Prof. univ. dr. Mihai Berca

AGROTEHNICĂ

TRANSFORMAREA MODERNĂ A AGRICULTURII

EDITURA CERES
Bucureşti, 2011

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
BERCA, MIHAI
Agrotehnică: transformarea modernă a agriculturii / prof. univ. dr. ing. Mihai Berca. – Bucureşti: Ceres, 2011
Bibliogr.
ISBN 978-973-40-0899-5

631

Toate drepturile asupra acestei ediţii aparţin în exclusivitate Editurii CERES. Reproducerea sau prelucrarea parţială sau integrală, prin orice mijloace tehnice a textului, desenelor sau fotografiilor cuprinse în lucrarea de faţă, sunt interzise şi atrag după sine rigorile legii.

Editor: Editura Ceres
Piaţa Presei Libere nr. 1, sector 1, Bucureşti
Tel./fax: 021 317 90 23
E-mail: edituraceres@yahoo.com
Website: www.editura–ceres.ro

Redactor: Aurora Dumitru
Tehnoredactor: Alexandra-Irina Tudorică
Coperta: Paul Marcu

ISBN 978-973-40-0899-5

Mulțumiri

Am avut o colaborare admirabilă cu renumitul Prof. univ. dr. Irimie Staicu, membru al Academiei Române. Cu circa un an înainte de a muri m-a chemat la dânsul şi mi-a zis: *„Eu am continuat ceea ce a scris Acad. Gheorghe Ionescu-Şişeşti, pe tine te rog să continui ceea ce am scris eu”*. Nu ştiu dacă am reuşit, dar îi mulțumesc.

Simt nevoia să mulțumesc mamei mele, Eugenia Berca, omorâtă de securişti şi comunişti în 1953 la vârsta de 29 ani, pe când eu aveam 10 ani, şi care, înainte de a-şi da suflarea mi-a spus: „Copilul meu, caută-ți drumul, căci nu mai are cine să te ajute în afară de Dumnezeu”.

Lor le dedic această carte prin voia şi cu ajutorul lui Dumnezeu.

Prof. univ. dr. ing. MIHAI BERCA

CUPRINS

Lista tabelelor 13
Lista figurilor 21

Prefață 45

Capitolul 1. SINTEZA CĂRȚII – TEHNOLOGII ALE AGRICULTURII SECOLULUI XXI 49
1.1. Dematerializarea creşterii economice la nivelul ecosistemelor naturale şi agricole 50
1.1.1. Definiție 50
1.1.2. Modificarea completă a sistemelor economice şi de consum prin schimbarea sistemului şi circuitului sau circuitelor 51
1.2. Solul şi necesarul de ecologizare (transformare) 56
1.3. Algoritmul refacerii ecologice. Paşii care trebuiesc făcuți în ecologizarea solurilor şi dezvoltarea agriculturii alternative 60
1.3.1. Neapărat trebuie gândit un asolament pe baza datelor cercetării Ştiințifice 60
1.3.2. Lucrările solului 62
1.3.3. Continuarea procesului de ecologizare şi stabilizarea durabilă a reconstrucției ecologice 71
1.3.4. Două principii mari ale agriculturii alternative în secolul XXI 75
1.3.5. Sinteza relațiilor apă-sol în raport cu condițiile climatice. Calcule 76

Capitolul 2. MODELE DE ASOLAMENTE ŞI ROTAȚIE A CULTURILOR ÎN ROMÂNIA ÎN VIZIUNEA INTENSIFICĂRII AGRICULTURII MODERNE ALTERNATIVE 78
2.1. Criterii de alegere a culturilor într-un asolament 81
2.1.1. Asolamentul şi alegerea culturilor în agricultura primitivă 81
2.1.2. De ce trebuie renunțat la monocultură ? 82
2.2. Scurte aprecieri asupra calității unei plante premergătoare 86
2.3. Probleme legate de protecția culturilor în monocultură 90
2.4. Despre monocultură la cartof 97
2.5. Monocultura de floarea soarelui 100
2.6. Monocultura la porumb 104
2.7. Aspecte privind monocultura de rapiță 108
2.8. Probleme privind monocultura la sfecla de zahăr 114
2.8.1. De ce nu suportă sfecla monocultura? 115
2.8.2. Cercosporioza frunzelor 116
2.8.3. Necesarul de elemente nutritive şi creşterea valorii sfeclei în asolament. Variante alternative 121

Capitolul 3. ROLUL PLANTELOR AMELIORATOARE ÎN ASOLAMENTELE AGRICULTURII ALTERNATIVE 124
3.1. Locul plantelor amelioratoare în asolamente 142
3.1.1. Mazărea 142
3.1.2. Repartiția în câmp şi în asolament a efectului ameliorator al mazării şi altor leguminoase anuale 145
3.2. Rolul soiei (*Soia hispida*/*Glycine maxime*) (L. Mierr) în asolamentele cu cereale, plante tehnice şi uleioase 147
3.3. Rolul culturilor intermediare în asolamentele moderne 155
3.3.1. Funcția de îngrăşământ verde 158
3.3.2. Înființarea şi întreținerea culturilor 166
3.3.3. Câteva culturi intermediare şi însuşirile lor amelioratoare 170

Capitolul 4. MODELE DE ASOLAMENTE 179
4.1. De la modelul tehnico-ecologic la modelul economic 188
4.2. Exemplificări asupra modelelor 193

Capitolul 5. SOLUL ÎN AGRICULTURA TRANSFORMATĂ 198
5.1. Formarea şi evoluția solurilor 198
5.2. Componentele solului 205
5.2.1. Scheletul sau textura solului 205
5.3. Structura solului 208
5.3.1. Forme ale structurii solului 210
5.4. Volumul solului şi densitatea lui 215
5.4.1. Detalii despre volumul porilor 217
5.5. Despre densitatea solului 218

Capitolul 6. APA DIN SOL 221
6.1. Indicatorii cei mai importanți legați de circulația apei în sol şi disponibilitatea ei către plante 223
6.1.1. Potențialul de apă al solurilor 227
6.2. Câteva exemple de profile ale solului convenabil agriculturii noi 230

Capitolul 7. HUMUSUL 232
7.1. Definire, producere şi degradare 232
7.2. Formarea şi transformarea substanțelor organice în sol 234
7.2.1. Specificul degradărilor bacteriene 239
7.2.2. Microorganismele din sol 243
7.3. Despre degradarea materiei organice 245
7.4. Derularea proceselor de humificare 249
7.5. Unele însuşiri ale acizilor huminici 253
7.6. Determinarea humusului şi bilanțul lui în sol 257
7.7. Bilanțul humusului în sol 259
7.8. Degradarea humusului şi teoria lui Raggam 261

Capitolul 8. LUCRĂRILE SOLULUI ÎN AGRICULTURA TRANSFORMATĂ 264
8.1. Introducere 264
8.2. Cerinţele agriculturii noi faţă de lucrările solului 264
8.3. Principiile lucrărilor solului 267
8.4. Principalele sisteme de lucrări ale solului în noua agricultură 267
8.4.1. Sistemul convenţional de lucrare a solului 270
8.4.2. Sistemele de lucrare a solului conservante sau reduse 272
8.4.3. Avantajele şi dezavantajele sistemului „semănat direct" 278
8.4.4. Rezultate obţinute - şansele noului sistem de lucrări 281
8.4.5. Costurile în diferite sisteme de lucrare a solului 289
8.5. Cercetări şi practici asupra lucrărilor solului în zona românească 292
8.5.1. Despre sistemele de lucrări în România 293
8.5.2. O gândire pentru România în domeniul lucrărilor de conservare a solurilor 307
8.5.3. Propuneri de introducere a unui sistem de lucrare a solului în România 309
8.5.3.1. Studiu de caz privind abandonarea lucrării cu plugul 310
8.5.4. Lucrările solului şi textura 325

Capitolul 9. SĂMÂNŢA ŞI IMPORTANŢA EI ÎN AGRICULTURA NOUĂ 337
9.1. Definiţie 337
9.2. Germinaţia şi fiziologia ei – managementul seminţei 339
9.3. Calitatea seminţei 343
9.4. Utilizarea forţei fiziologiei genetice a genomului 346
9.5. Managementul seminţei în România 351
9.6. Semănatul. Densitate şi moment 363
9.6.1. Momentul de semănat la cereale şi culturi de primăvară în România 364
9.6.2. Despre culturile de primăvară – vară 379
9.6.2.1. Modelul mazăre furajeră pentru proteină 379
9.6.2.2. Semănatul la soia 382
9.6.2.3. Despre managementul semănatului la porumb 384
9.6.2.4. Pe scurt despre semănatul la floarea-soarelui 387

Capitolul 10. NUTRIŢIA PLANTELOR ÎN AGRICULTURA NOUĂ, TRANSFORMATĂ 390
10.1. Introducere 390
10.2. Elementele utilizate de plante în nutriţie şi dezvoltare 394
10.3. Elemente esenţiale ale nutriţiei plantelor 396
10.4. Modele de nutriţie a plantelor 400
10.4.1. Plante cu nutriţie autotrofă 402
10.4.2. Alte direcţii de evoluţie a materiei din biomasa verde pornind de la glucoză 408

10.4.3. Despre acizii graşi şi grăsimi 413
10.5. Funcţiile principalelor elemente nutritive în plante 414
10.5.1. Funcţiile azotului şi circuitele lui 414
10.5.2. Funcţiile fosforului în plante şi circuitele sale 419
10.5.2.1. Fosforul în relaţia cu rădăcina şi solul 422
10.5.2.2. Clasificarea solurilor în funcţie de aprovizionarea cu fosfor, potasiu şi bor 424
10.5.2.3. Circuitul fosforului în natură 426
10.5.2.4. Coeficienţi de transformare dintr-o formă în alta a fosforului 429
10.6. Funcţiile potasiului în plante şi circuitele sale 430
10.6.1. Diferenţe funcţionale în caz de carenţă 430
10.6.2. Potasiul greu accesibil 433
10.6.3. Clasificarea solurilor şi a plantelor după conţinutul în potasiu 434
10.7. Calciul, solul şi plantele 437
10.7.1. Ce se întâmplă în cazul deficienţei de calciu? 437
10.7.2. Detalii asupra aprovizionării plantelor cu calciu, circuitul calciului 437
10.7.3. Absorbţia şi transportul calciului în plante 440
10.7.4. Ciclul calciului 444
10.7.5. Calciul şi reducerea acidităţii solului 445
10.7.6. Acidifierea prin sistemele agricole 447
10.7.7. Rolul fertilizanţilor organici 449
10.8. Creşterea plantelor în relaţia cationi bazici 451
10.9. Măsurarea acidităţii solului 452
10.9.1. Efecte ale acidităţii solului 456
10.9.1.1. Efectele acidităţii asupra dezvoltării solului 456
10.9.1.2. Efecte ale acidităţii solurilor asupra culturilor 459
10.9.1.3. Toleranţa culturilor faţă de aciditate 460
10.10. Sulful, solul şi plantele 463
10.10.1. Generalităţi 463
10.10.2. Sulful în plante 464
10.10.3. Circuitul sulfului 466
10.10.4. Necesarul de sulf în practica agricolă 468
10.10.5. Sunt sau nu sunt necesare îngrăşămintele cu sulf? 469
10.10.6. Îngrăşămintele cu sulf şi sub ce formă se aplică sulful 473
10.10.7. Despre sulf şi calitatea producţiei 474
10.11. Magneziul, solul şi plantele 476
10.11.1. Magneziul în sistemele biologice 476
10.11.2. Relaţia magneziu – acizi nucleici 476
10.11.3. Necesarul nutriţional şi interacţiuni 477
10.11.4. Detalii privind magneziul, cloroplastele şi fotosinteza 480
10.11.5. Ce se întâmplă dacă lipseşte magneziul sau este în exces 481
10.11.6. Îngrăşăminte cu magneziu 482
10.12. Pe scurt despre microelemente 484
10.12.1. Câteva funcţii ale principalelor microelemente 486

10.12.2. Cuprul 490
10.12.2.1. Funcţiile microelementului în plante 490
10.12.2.2. Deficitul de cupru şi efectele lui 491
10.12.2.3. Cuprul în relaţiile cu solul 491
10.12.2.4. Rolul cuprului în creşterea plantelor 492
10.12.2.5. Simptomele generate de deficienţa de cupru 493
10.12.2.6. Conţinutul de cupru în sol în relaţie cu carenţa acestuia 495
10.12.2.7. Fertilizarea cu cupru 497
10.12.2.8. Îngrăşămintele cu cupru 497
10.12.3. Fierul 498
10.12.3.1. Relaţia cu plantele 498
10.12.3.2. Fierul în sol 501
10.12.3.3. Carenţa de fier 503
10.12.3.4. Îngrăşămintele cu fier 506
10.12.4. Cobaltul 507
10.12.4.1. Funcţii în creşterea plantelor, deficit nutriţie 507
10.12.5. Cromul 511
10.12.5.1. Funcţii în creşterea plantelor, deficit nutriţie 511
10.12.6. Seleniul 515
10.12.6.1. Funcţii în creşterea plantelor, deficit de nutriţie 515
10.12.6.2. Ciclul seleniului în biologie 518
10.12.7. Clorul 520
10.12.7.1. Funcţii fiziologice, deficit de nutriţie, consecinţe 520
10.12.7.2. Translocarea şi retranslocarea clorului 521
10.12.8. Vanadiul 522
10.12.8.1. Efectul de stimulare a creşterii 522
10.12.9. Rubidiul 524
10.12.10. Alte microelemente 525

Capitolul 11. STABILIREA DOZELOR ŞI A METODELOR DE APLICARE A ÎNGRĂŞĂMINTELOR ÎN VIZIUNEA AGRICULTURII MODERNE 527
11.1. Principiile de bază ale folosirii nutrienţilor 528
11.2. Sisteme de nutriţie a plantelor 528
11.2.1. Îngrăşarea de bază şi agricultura modernă 531
11.2.2. Nutriţia plantelor cu azot şi corelaţia acesteia cu fosforul şi potasiul 532
11.2.3. Algoritmul nutriţiei plantelor cu azot 532
11.2.4. Schemă a evaluării îngrăşării organice şi minerale într-o exploataţie agricolă 541
11.2.4.1. Necesarul de fertilizare cu îngrăşăminte organice şi minerale cu fosfor şi potasiu 547
11.2.4.2. Aspecte specifice ale îngrăşării cu azot văzute în ţările cu agricultură dezvoltată 549

11.2.4.3. Îngrăşămintele organice şi aprovizionarea nutriţională de bază 549
11.2.4.4. Ce este guelle? 560
11.2.4.5. Metodologia de aplicare 560
11.2.4.6. Gunoiul de grajd ca materie primă pentru alte feluri de îngrăşăminte organice şi pentru energie 563
11.3. Condiţii biochimice pentru compostare 564
11.3.1. Avantajele şi dezavantajele compostării 566
11.3.2. Gunoiul de grajd şi biogazul 568
11.3.3. Efectul compostului asupra producţiei şi calităţii solului 577
11.3.3.1. Modelare pentru grâu 577
11.3.3.2. Modelare pentru porumb 579
11.3.3.3. Modelare pentru rapiţă 581
11.4. Îngrăşarea cu îngrăşăminte verzi 582
11.4.1. Efecte nutriţionale 584
11.4.2. Pe scurt despre cover crop sau pământul veşnic verde 589
11.4.3. Principalele utilizări ale sistemului Cover-crop şi ale îngrăşămintelor verzi 594
11.4.4. Probleme de intensificare a nutriţiei 600
11.4.5. Îngrăşămintele verzi şi reconstrucţia fluxurilor – rolul rădăcinilor . 602
11.4.6. Este lucerna un bun îngrăşământ verde? 606
11.4.7. Lucerna şi alte plante semilemnoase în relaţia cu subsolul şi modificările climatice 609
11.4.8. Implicarea culturilor semilemnoase în potenţialul încălzirii globale (PIG) 610
11.5. Composturi speciale 612
11.5.1. Ce este Biovinul? 612
11.5.2. Modalităţi de utilizare 615
11.5.3. Alte utilităţi şi referinţe 616
11.5.3.1. Principalele avantaje ale produsului BIOVIN 618
11.5.3.2. Compostul de râme, sau mai bine zis cu ajutorul râmelor 619
11.5.3.3. Îngrăşământ organic universal (IOU) 623
11.5.4. Bioactivarea solurilor cu preparate speciale 625
11.5.4.1. Câteva preparate specifice şi în spaţiul românesc: Bactofil 1 şi 2 626
11.5.4.2. Combinaţia Biovin + Bactofil şi micoriză + Bactofil 630
11.6. Preparate pentru mărirea fixării biologice a azotului la leguminoase şi gramineae 633
11.6.1. Preparate pe bază de *Azospirillum brasiliense* la culturi de cereale 638
11.6.2. Nitragin la cultura de lucernă şi alte leguminoase 642
11.7. Preparate pentru micorizarea plantelor şi a solului 647
11.7.1. Micoriza şi leguminoasele 661
11.7.2. Piaţa micorizei 664

Capitolul 12. RĂSPUNSUL PRINCIPALELOR CULTURI LA ÎNGRĂŞĂMINTELE DE BAZĂ 668
12.1. Factorii care influenţează răspunsul culturilor faţă de îngrăşămintele de bază 668
12.2. Prezentarea modelelor de răspuns în cazul grâului şi al porumbului 670
12.2.1. Calculul modelelor de răspuns în cazul grâului 670
12.2.2. Calculul modelelor de răspuns în cazul porumbului 678
12.3. Răspunsul florii-soarelui la aplicarea îngrăşămintelor cu azot, fosfor şi eventual potasiu şi magneziu 685
12.3.1. Modelele reacţiei culturii de floarea-soarelui în funcţie de azot şi fosfor 689
12.3.2. Concluzii 695
12.4. Răspunsul culturii de rapiţă la aplicarea îngrăşămintelor chimice 696
12.5. Răspunsul soiei la îngrăşarea de bază 706
12.5.1. Fosforul şi potasiul 707
12.5.2. Modelele de răspuns 710
12.6. Consideraţii finale 714
12.7. Concluzie finală 719

Capitolul 13. ÎNTREŢINEREA CULTURII ÎN NOUA AGRICULTURĂ 721
13.1. Cauzele care produc daune plantelor agricole 723
13.2. Pagube cauzate de diverse fitotoxicităţi 729
13.3. Măsuri de reducere a factorilor de stres abiotic la culturile agricole 734
13.3.1. Adaptarea plantelor la stres 734
13.3.2. Toleranţa ca formă de stres 735
13.3.3. Importanţa calciului pe perioada toleranţei la stres 737
13.4. Stresuri cauzate de factorii biotici 739
13.4.1. Conceptele de EUSTRES şi DISTRES 740
13.5. Modele privind stresurile biologice 743
13.5.1. Culturile sunt atacate de erbivore 743
13.5.2. Stresul cauzat culturilor de şoarecele de câmp 744
13.5.3. Combaterea stresului cauzat de şoareci 746
13.5.4. Alte mijloace de control al stresului rozătoarelor 747
13.5.5. Refacerea echilibrelor ecologice 748
13.6. Stresuri care implică utilizarea mijloacelor de protecţia plantelor 749
13.6.1. Stresul cauzat de buruieni 751
13.6.1.1. Indicele de concurenţă şi pierderile de producţie (Ic) 752
13.6.2. Calculul pragului de dăunare 760
13.6.3. Când se manifestă şi se calculează pragul de dăunare economică 767
13.6.4. Alelopatia – un viitor pentru controlul buruienilor 769
13.6.4.1. Produsele alelopatice şi şansele lor 772
13.6.4.2. Alelochimicale pe bază de Parthenin 778
13.6.4.3. Cazul special al artemisininei 779
13.6.4.4. *Heracleum Mantegazzianum* 783
13.6.4.5. Compoziţia chimică a substanţelor alelopatice 785

13.6.4.6. Producerea substanţelor alelopatice ... 793
13.6.5. Combaterea integrată a buruienilor ... 794
13.6.5.1. Locul managementului integrat al protecţiei plantelor şi al managementului integrat al buruienilor în contextul dezvoltării durabile ... 799
13.6.6. Managementul integrat al buruienilor ... 801
13.6.6.1. Schema de evoluţie a metodelor de protecţie a culturilor ... 802
13.6.6.2. Care este legătura dintre „MIPP (MIB) şi „FERMĂ”? ... 804
13.6.7. Unele concepţii şi atitudini faţă de buruieni ... 807
13.6.8. Probleme speciale de prognoză şi control al buruienilor ... 811
13.6.9. Modernizarea tehnicii clasice de stropit ... 821
13.7. Concluzii ... 823
13.7.1. Clasificarea erbicidelor în funcţie de modul lor de acţiune ... 828
13.8. Probleme privind controlul bolilor în agricultura viitorului ... 837
13.8.1. Clasificarea bolilor la plante ... 837
13.8.2. Mecanismele de acţiune ale bolilor ... 842
13.8.3. Exemplu de infecţie la făinarea grâului cu ajutorul enzimelor ... 848
13.8.4. Calitatea producţiei în condiţiile atacului de boli ... 855
13.9. Infecţiile cauzate de bacterii ... 856
13.10. Bolile virale şi microplasmatice ... 862
13.10.1. Despre virusuri ... 864

Capitolul 14. ELEMENTE DE MANAGEMENT INTEGRAT AL CONTROLULUI BOLILOR PATOGENE MICBP ... 871
14.1. Elemente de construcţie (banca de date) ... 871
14.2. Schemă managerială MICPB ... 873
14.2.1. Măsuri preventive sau management preventiv ... 873
14.2.2. Întărirea rezistenţei plantelor şi stimularea sistemului de apărare ... 874
14.3. Creşterea imunităţii plantelor ... 876
14.4. Biofungicidele şi fungicidele ... 880
14.4.1. Avantajele utilizării biofungicidelor ... 881
14.4.2. Dezavantajele biofungicidelor ... 881
14.4.3. Fungicidele ... 881
14.5. Managementul controlului insectelor dăunătoare ... 885
14.5.1. Insectele, oamenii, producţia şi societatea ... 887
14.5.2. Studiu de caz la cereale ... 889
14.5.3. Modele de acţiune la diferite insecte ... 911

Capitolul 15. STUDIU DE CAZ PRIVIND DERULAREA NOILOR TEHNOLOGII ÎNTR-O ÎNTREPRINDERE MODEL ... 915
15.1. Efectele finale ale implementării noilor tehnologii asupra stării economice şi ecologice a fermei ... 934

Bibliografie ... 941

LISTA TABELELOR

Tabelul 1. Monitorizarea bolilor şi dăunătorilor şi a producţiei de grâu în trei locaţii din sudul ţării (2007-2009) 90
Tabelul 2. Influenţa plantei premergătoare asupra producţiei de sfeclă..... 114
Tabelul 3. Necesarul de elemente nutritive al sfeclei de zahăr pentru o tonă de substanţă proaspătă 121
Tabelul 4. Necesarul sfeclei de zahăr în elemente nutritive pentru 3 timpi de producţie 121
Tabelul 5. Repartizarea consumului de elemente nutritive la sfecla de zahăr pe perioade vegetale 122
Tabelul 6. Plantele cele mai răspândite în Europa pentru culturi intermediare şi amestecuri 160
Tabelul 7. Procentul de substanţă uscată şi cantitatea de substanţă uscată obţinută la muştar semănat în diferite sisteme de lucrări şi semănat..... 168
Tabelul 8. Caracteristici şi funcţii amelioratoare a diferitelor culturi intermediare sau perene 171
Tabelul 9. Consum humus de către culturile agricole..... 195
Tabelul 10. Ce pot oferi ca humus–C reziduurile de plante..... 196
Tabelul 11. Cantitatea de humus-C adus în sol prin aplicarea de îngrăşăminte organice 196
Tabelul 12. Repartiţia texturii solului pe dimensiunile elementelor componente..... 206
Tabelul 13. Înălţimea de urcare a apei prin capilare 226
Tabelul 14. Gradul de umiditate al solului în funcţie de valorile pF..... 226
Tabelul 15. Numărul şi greutatea diferitelor forme de viaţă pentru solurile Europei, găsite într-un gram de sol 244
Tabelul 16. Modificarea în bine a densităţii populaţiilor ditritivore din sol prin renunţarea la lucrarea de arat % 249
Tabelul 17. Principalele însuşiri ale substanţelor huminice..... 255
Tabelul 18. Topul principalelor ţări care practică sistemul direct de semănare..... 277
Tabelul 19. Analiză de sinteză la nivel mondial a sistemului de lucrări 282
Tabelul 20. Nivelul recoltelor, pierderea solului, a elementelor nutritive şi a pesticidelor în Câmpia Panonică (media a trei locaţii de cercetare) în perioada 1994-1999 285
Tabelul 21. Costul procedeelor de producţie la grâul de toamnă, în condiţii diferenţiate de lucrări ale solului de lungă durată (12 ani) 288
Tabelul 22. Indicatorii ecologici ai solului, determinaţi de lucrările solului în Câmpia Panonică 288
Tabelul 23. Nivelul costurilor în sistemul convenţional de lucrare a solului cu maşini moderne 290

Tabelul 24. Nivelul costurilor în sistemul conservant de lucrare a solului, fără deplasarea acestuia 290
Tabelul 25. Nivelul costurilor lucrărilor de întreținere în condițiile lucrărilor superficiale fără deplasarea solului..... 291
Tabelul 26. Nivelul costurilor lucrărilor de semănat direct, grâu după rapiță..... 292
Tabelul 27. Recapitulare 292
Tabelul 28. Influența sistemului de lucrare asupra producțiilor obținute la grâu şi la rapiță 294
Tabelul 29. Rezultatele obținute la porumb boabe în nord-estul României prin trecere de la sistemul convențional la sistemul conservativ de lucrări ale solului..... 295
Tabelul 30. Producții obținute la grâu şi porumb în funcție de diferitele sisteme de lucrare a solului..... 297
Tabelul 31. Rezultate privind influența afânării adânci şi a sistemelor de lucrare a solului asupra producției culturii de grâu (t/ha) în anul 2009 298
Tabelul 32. Influența sistemelor de lucrări ale solului asupra consumului de motorină, forță de muncă şi a cheltuielilor la grâu, Fundulea 2009..... 299
Tabelul 33. Recolta de porumb boabe şi floarea-soarelui (t. ha-1): Brăila, Dobrogea în 2001/2003 302
Tabelul 34. Indicele suprafeței foliare pentru cultura de porumb determinat în perioada de vegetație şi recolta obținută pentru porumb şi floarea-soarelui – Drăgăneşti 2002 şi 2003..... 302
Tabelul 35. Consumul de motorină şi forța de muncă în funcție de sistemul de bază al lucrărilor solului – media a două locații în Austria de Est..... 324
Tabelul 36. Clasele texturale ale solurilor şi relația lor cu sistemele de lucrări..... 326
Tabelul 37. Însuşirile solurilor în raport cu textura şi recomandări privind intervențiile cu lucrări ale solului 328
Tabelul 38. Influența factorilor endogeni, dar şi subiectivi asupra determinării germinației a 10 loturi de grâu durum Auradur în România în 2010 341
Tabelul 39. Componentele de producție la un sortiment de soiuri de grâu în condițiile pedoclimatice în Câmpia Română..... 368
Tabelul 40. Densitatea de semănat şi cantitatea de sămânță în centrul Europei pentru diverse specii de cereale 369
Tabelul 41. Cantitatea de sămânță în kg/ha pentru grâu de toamnă..... 371
Tabelul 42. Cantitatea de sămânță/ha la mazăre în funcție de mmb şi pierderile estimate..... 381
Tabelul 43. Densitatea de semănat în funcție de grupele de precocitate..... 382
Tabelul 44. Densitatea la semănat a diferiților hibrizi de porumb conform cercetărilor din România 385
Tabelul 45. Conținutul plantelor în elemente nutritive şi sursele naturale de aprovizionare 397
Tabelul 46. Domeniul de absorbție al luminii – valori aproximative 404
Tabelul 47. Repartizarea pe clase a fosforului în solurile Europei 425

Tabelul 48. Clasificarea solurilor în funcţie de cantitatea de potasiu din sol..... 434
Tabelul 49. Valori orientative ale conţinutului de potasiu pentru clasa C în funcţie de textura solului (VDLUFA)..... 435
Tabelul 50. Clasificarea plantelor în funcţie de cantităţile de potasiu 435
Tabelul 51. Conţinutul de potasiu din diferite părţi ale lucernei..... 436
Tabelul 52. Influenţa conţinutului în calciu al ţesuturilor de fasole în blocarea speciei *Ervinia* 438
Tabelul 53. Creşterea conţinutului de Ca în ţesuturile plantei de lăptucă (salata verde) reduce de 4 ori infecţia cu *Botrytis* 439
Tabelul 54. Cantitatea de carbonat de calciu necesară a neutraliza aciditatea solului produsă de fertilizarea cu diferite forme de îngrăşăminte cu azot..... 448
Tabelul 55. Raportul între cationii bazici şi azot existent în producţia diferitelor producţii recoltate şi cantitatea de calcar necesară înlocuirii bazelor extrase cu recolta 452
Tabelul 56. Cantitatea de calcar necesar neutralizării bazelor alcaline scoase prin producţie 452
Tabelul 57. Concentraţia ionilor de hidrogen şi valorile pH comparativ cu apa distilată..... 454
Tabelul 58. Clasificarea acidităţii solurilor după Mitchell C. C. (2009)..... 455
Tabelul 59. Clase de reacţie a solului, pentru studii agrochimice, în funcţie de pH_{H2O} şi de pH_{KCl} 0,1 M..... 456
Tabelul 60. Creşterea pH-ului conduce la creşterea activităţii speciei de *Rhizobium* la soia 458
Tabelul 61. Cerinţele plantelor faţă de reacţia solului 461
Tabelul 62. Aprovizionarea cu fosfor şi calitatea biomasei 464
Tabelul 63. Conţinutul critic şi valorile unei bune aprovizionări cu sulf la câteva culturi exprimat în mg/g s. a 465
Tabelul 64. Cantităţile de sulf kg/t extrase din sol cu recolta principală şi cea secundară..... 470
Tabelul 65. Dozele de sulf aplicabile diferitelor culturi..... 471
Tabelul 66. Model de evaluare a necesităţii îngrăşării culturii cu sulf..... 472
Tabelul 67. Nivelul cuprului în sol pe adâncimea de 0 - 15 cm a solului care exprimă diferite grade de carenţă..... 496
Tabelul 68. Cupru pe profilul solului (ppm) şi necesitatea aplicării îngrăşămintelor cu cupru 496
Tabelul 69. Răspunsul suprafeţelor cultivate cu grâu la fertilizările cu cupru în apropiere de Tofield, Alberta..... 497
Tabelul 70. Reacţia diferitelor culturi la fertilizarea cu cupru pe solurile cu deficit în acest microelement 498
Tabelul 71. Conţinutul în fier al unor plante (în ppm din s. u.) 500
Tabelul 72. Conţinutul solurilor româneşti în fier solubil exprimat în acetat de amoniu la un pH = 4,8 503
Tabelul 73. Evaluarea puterii clorozante a solurilor, intensitatea carenţei utilizând indici PC (IPC), pentru viţă-de-vie 504

Tabelul 74. Evaluarea puterii clorozante a solurilor (intensitatea carenței) folosind indicatorul Rusu, utilizând conținutul în humus 505
Tabelul 75. Cantitățile de azot extrase de diferitele culturi exprimate în kg s. a. /t recoltă la un necesar maxim precum şi dozele maxime de N aplicabile 534
Tabelul 76. Bilanțul azotului la cultura grâului la ferma AGROVET FARM Alexandria 2008 pentru soiuri de grâu Premium 536
Tabelul 77. Consumurile (exporturile) medii de elemente nutritive din sol pentru formarea recoltelor (kg de elemente nutritive/tonă de recoltă principală şi cantitatea corespunzătoare de recoltă secundară)..... 542
Tabelul 78. Estimarea principalelor nutrienți ridicați o dată cu recolta (IPNI - 2008)..... 543
Tabelul 79. Cantități de azot mineral disponibilizate anual în sol prin mineralizarea humusului în funcție de valoarea indicelui de azot... 543
Tabelul 80. Cantitățile medii totale de nutrienți majori prezente în îngrăşămintele naturale (kg element sau substanță activă/tonă)..... 545
Tabelul 81. Cantitățile de gunoi de grajd recomandate pentru aplicarea anuală în sol..... 546
Tabelul 82. Coeficienții de valorificare (%) a diferitelor îngrăşăminte naturale în funcție de raportul C:N 547
Tabelul 83. Valori absolute şi relative privind utilizarea elementelor nutritive din gunoi de grajd semifermentat pe aşternut de paie, provenit de la rumegătoare mari, având 0,4% N, 25% P_2O_5 şi 0,5% K_2O 547
Tabelul 84. Determinarea necesarului de fertilizare cu fosfor şi potasiu pe baza exporturilor de elemente..... 548
Tabelul 85. Semnificația agrochimică a conținuturilor de forme mobile de fosfor şi potasiu extractibile în soluție tamponată de acetat-lactat de amoniu la pH 3,75, în funcție de textura solului..... 548
Tabelul 86. Indicatori de apreciere a azotului disponibil din îngrăşămintele organice..... 550
Tabelul 87. Componența în amoniu nutritiv a diferitelor forme de îngrăşăminte organice şi a activităților lor comparativ cu îngrăşămintele minerale %..... 551
Tabelul 88. Cedarea azotului din îngrăşăminte în anul de aplicație, dar şi în % din total 552
Tabelul 89. Cantitatea de azot recomandată a se aplica indiferent de sursă la niveluri medii de recoltă..... 555
Tabelul 90. Cantitatea şi conținutul în elemente nutritive al gunoiului de grajd şi al urinei, respectiv mustului de bălegar determinate..... 557
Tabelul 91. Cantitățile de bălegar exprimate în unități vită mare (uvm), obținute de la diferite specii de animale şi conținutul lor în diferite elemente nutritive..... 558

Tabelul 92. Compoziţia chimică medie a gunoiului de diferite provenienţe raportat la substanţa uscată s. u. 558
Tabelul 93. Compoziţia în elemente nutritive (%) a gunoiului de grajd şi a compostului 564
Tabelul 94. Produse de cultură, reziduuri de fermă şi alte materiale ce pot fi utilizate pentru obţinerea de compost şi biogaz..... 568
Tabelul 95. Aspectul fizic al compostului..... 569
Tabelul 96. Compoziţia nutriţională a compostului (GCP 2010)..... 569
Tabelul 97. Pierderile de amoniac în funcţie de momentul de încorporare a gunoiului în sol 581
Tabelul 98. Efectul îngrăşămintelor organice şi verzi combinate cu cele minerale la cultura orezului în Pakistan 585
Tabelul 99. Eficienţa diferitelor îngrăşăminte verzi şi organice simple şi combinate cu îngrăşăminte chimice la cultura grâului în Pakistan 586
Tabelul 100. Cantitatea procentuală de azot (N) repartizată în tulpinile şi rădăcinile diferitelor plante de leguminoase..... 599
Tabelul 101. Producţia medie de biomasă/t s. u. /ha şi producţia de azot fixat la diferite tipuri de leguminoase 600
Tabelul 102. Cantitatea de biomasă şi nutrienţi disponibilizaţi de diferite culturi din sistemul Cover crop 601
Tabelul 103. Adâncimea medie de pătrundere a majorităţii rădăcinilor pentru diferite grupări de îngrăşăminte verzi 605
Tabelul 104. Studiu comparativ al unor însuşiri fizico-chimice determinate în subsolul speciilor anuale şi a speciilor semilemnoase 609
Tabelul 105. Potenţialul global de încălzire (g/m^2/an) pentru diferite culturi şi utilizări ale solului..... 611
Tabelul 106. Domeniu de utilizare a compostului Biovin 615
Tabelul 107. Rezultatele testului cu Bactofil efectuat în Spania în condiţii de irigaţii la scară de producţie 629
Tabelul 108. Efectul biopreparatelor Bactofil, micoriză şi Biovin asupra producţiei de cartof pe solul podzolic acid de la Avrig 630
Tabelul 109. Cantitatea de azot biologic fixată de diverse specii de leguminoase 642
Tabelul 110. Influenţa inoculării bactenierne a lucernei cu *R. meliloti*, înainte de semănat, asupra producţiei de masă verde 643
Tabelul 111. Influenţa inoculării bactenierne a lucernei cu *R. meliloti*, asupra conţinutului de proteină brută 644
Tabelul 112. Efectul incoulării singulare şi mixte cu specii de *Bacillus, Pseudomonas* şi *Sinorhizobium meliloti* – B999 asupra greutăţii rădăcinilor, tulpinilor ca şi a lungimii rădăcinilor şi conţinutul în azot a biomasei aeriene la lucernă..... 646
Tabelul 113. Optimizarea stării microbiologice a solului prin utilizarea unor produse bioacademice active 654

Tabelul 114. Acţiunea micorizei în mobilizarea fosforului din sol şi absorbţia lui de către plantele de grâu 658
Tabelul 115. Influenţa tratamentelor cu unii bioactivatori ai solului în creşterea producţiei de grâu şi porumb pe cernoziomul de la Alexandria, Teleorman media 2008-2009 659
Tabelul 116. Culturile acceptă micoriza cu câteva excepţii 665
Tabelul 117. Efectul îngrăşămintelor cu azot şi fosfor asupra cantităţii şi calităţii grâului Premium 675
Tabelul 118. Consumurile medii de elemente nutritive din sol pe tona de recoltă scontată 686
Tabelul 119. Cantitatea de substanţă uscată acumulată şi cantităţile de elemente NPK absorbite pe parcursul diferitelor faze de vegetaţie 686
Tabelul 120. Influenţa îngrăşămintelor cu azot, fosfor şi potasiu pe diferite tipuri de cernoziom din sudul ţării 687
Tabelul 121. Influenţa îngrăşămintelor minerale cu potasiu asupra producţiei de floarea-soarelui pe sol cernoziomic de fâneaţă Lovrin-Timiş 688
Tabelul 122. Influenţa îngrăşămintelor minerale cu potasiu asupra producţiei de floarea-soarelui pe cernoziom cambic Podu-Iloaiei 688
Tabelul 123. Rezultate cu îngrăşăminte la floarea-soarelui în Republica Moldova 688
Tabelul 124. Conţinutul în ulei pe experienţe cu îngrăşăminte efectuate în Republica Moldova 689
Tabelul 125. Consumul integrat de elemente nutritive la cultura rapiţei 696
Tabelul 126. Rezultatele obţinute cu diferite doze de îngrăşăminte la rapiţă IMB – 2006 697
Tabelul 127. Răspunsul rapiţei la îngrăşare raţională într-un număr de 31 locaţii, Germania 699
Tabelul 128. Relaţia dintre aciditatea solului şi absorbţia fertilizanţilor de către rapiţă şi alte culturi similare 705
Tabelul 129. Recomandarea dozelor de fosfor şi răspunsul producţiei de soia pe solurile bine ecologizate din America 708
Tabelul 130. Răspunsul producţiei de soia în funcţie de aprovizionarea solului cu potasiu şi dozele aplicate 709
Tabelul 131. Bilanţul humusului fără îngrăşare organică în funcţie de asolament 718
Tabelul 132. Consumul de elemente nutritive şi recomandarea cantităţilor de îngrăşăminte 718
Tabelul 133. Mărimea economică a daunelor aduse plantelor de către stresurile biotice din grupe (buruieni, dăunători, patogeni) la nivel mondial 751
Tabelul 134. Pierderile de producţie în kg/ha boabe pentru 1 plantă/m^2 755
Tabelul 135. Pierderea de producţie în medie % în Germania pentru câteva culturi importante, pe zona distresului biologic în condiţii în care nu s-au efectuat tratamente 765
Tabelul 136. Specii de buruieni cu activitate alelopatică 775

Tabelul 137. Combaterea alelopatică a unor specii de buruieni 776
Tabelul 138. Substanţele alelopatice izolate din plante 785
Tabelul 139. Distribuţia diferitelor terpene..... 787
Tabelul 140. Efectele tratamentului cu erbicide..... 809
Tabelul 141. Pierderea de producţie în coroane daneze/ha..... 813
Tabelul 142. Economisirea de erbicide prin combaterea dirijată şi parţială a buruienilor în funcţie de harta de îmburuienare în Europa 819
Tabelul 143. Clasificarea erbicidelor după locul şi modul lor de acţiune..... 830
Tabelul 144. Principalele boli ale plantelor produse de ciuperci 852
Tabelul 145. Câteva din cele mai importante boli bacteriene la plantele de cultură..... 861
Tabelul 146. Câteva boli cauzate de virusurile plantelor. Simptome şi caracteristici 864
Tabelul 147. Câţiva elicitori omologaţi în Franţa 875
Tabelul 148. Clasificarea fungicidelor înregistrate pentru utilizare în Florida de către codul numeric FRAC, modul de acţiune, grupele chimice şi numele substanţei active cu indicaţie a rezistenţei riscului..... 882
Tabelul 149. Estimarea speciilor de fitofagi pentru speciile cunoscute de insecte 887
Tabelul 150. Numărul de specii descrise în patru ordine principale..... 887
Tabelul 151. Reflectarea simplificată în nivelul producţiei şi al calităţii implementării cercetării de reecologizare a solului la ferma Agrovet Farm Alexandria..... 937
Tabelul 152. Deviz lucrări mecanice – tehnologie New Tillage..... 938
Tabelul 153. Deviz lucrări mecanice – tehnologie Clasic..... 938

LISTA FIGURILOR

Figura 1. Măsuri alternative pentru înlocuirea inputurilor scumpe cu altele ieftine 50
Figura 2. Un model de reducere a consumurilor individuale 51
Figura 3. Principalele resurse naturale care deservesc şi ecosistemele agricole 52
Figura 4. Locaţii şi modele de dematerializare economică în agricultură..... 54
Figura 5. Modul de fixare asociativă a azotului în rizosfera culturii grâului, în condiţii de reconstrucţie ecologică, utilizând bacteria *Azospirillium brasiliense*..... 55
Figura 6. Imaginea de la suprafaţă spre profunzime a unui sol ecologizat – stânga şi a unuia aridizat – dreapta 57
Figura 7. Inputuri pentru accelerarea proceselor biologice..... 59
Figura 8. Schemă privind comportamentul în sol al ciupercii *Ophiobolus graminis* în funcţie de activitatea biologică a solului şi de persistenţa monoculturii la grâu 61
Figura 9. Solul - organism viu..... 63
Figura 10. Bacterii BactoFil..... 63
Figura 11. Secvenţă de sol din stratul tasat datorită hardpanului..... 64
Figura 12. Setul de lucrări necesar refacerii fluxurilor pe soluri tasate de la Alexandria 65
Figura 13. Scarificarea cu scarificator special 66
Figura 14. Formarea fisurilor în monoliţii din talpa plugului şi recrearea fluxurilor pe verticală pentru apă, aer, microorganisme şi rădăcini 67
Figura 15. Ecologizarea prin structurare a unui sol cernoziom greu în Câmpia Burnasului 67
Figura 16. Dezvoltarea plantelor este extrem de diferită pe cele două tipuri de sol (netransformat şi transformat) 68
Figura 17. Comportamentul unor soiuri de grâu Premium în condiţiile extrem de secetoase ale anului 2007, în condiţii de sol ecologizat comparativ cu cel neecologizat 69
Figura 18. Accelerarea Proceselor Biologice Naturale în solurile ecologizate sau în curs de ecologizare..... 70
Figura 19. Dinamica „C" şi „N" în agricultura convenţională pe 100 de ani 71
Figura 20. Dinamica „C" şi „N" în agricultura convenţională pe 100 de ani. Reconstrucţia solului utilizând gunoi de grajd, asolamente şi lucrări specifice ale solului 72
Figura 21. a – Dinamica formării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României..... 73
b – Dinamica acumulării azotului format simbiotic la mazăre Rosalia în sudul României 73

Figura 22. Diagramă tip arbore a beneficiilor sistemului simbiotic plantă-ciuperci în natură şi agricultură 74
Figura 23. Două principii mari ale agriculturii alternative 75
Figura 24. Funcţiile noului agroecosistem destinat transformării agriculturii 80
Figura 25. Solicitările sistemului de agricultură alternativă faţă de asolamente şi efectele ce se pot obţine 83
Figura 26. Manifestarea bolii *Ophiobolus graminis* în monocultura de grâu 84
Figura 27. Efectul de substituire prin îngrăşare al scăderilor de producţie la grâu în asolament de 36 ani 91
Figura 28. Evoluţia frecvenţei atacului de fusarioză pe tulpini şi tecile frunzelor la grâu şi porumb 92
Figura 29. Efectul de substituire prin îngrăşare al scăderilor de producţie la porumb în asolament de 36 ani 93
Figura 30. Efectul monoculturii asupra rezervei de seminţe de buruieni din sol 94
Figura 31. Efectul monoculturii, asolamentelor şi al sistemului de îngrăşare la cultura porumbului în Moldova, Podul Iloaiei 95
Figura 32. Efectul patogenului *Phytophtora infestans* asupra reducerii populaţiei Irlandei în perioada 1831-1861 96
Figura 33. Spori de mana cartofului (*Phytophthora infestans*) 97
Figura 34. Pierderile de producţie la cartof în funcţie de asolamente, în condiţii în care s-au efectuat tratamente pentru mană (sus) şi nu s-au făcut (jos) 99
Figura 35. Cultură de floarea-soarelui infectată cu *Orobanche cumana* 101
Figura 36. Modul de parazitare al speciei *Orobanche cumana* 101
Figura 37. Reducerea pierderilor de producţie la floarea-soarelui prin folosirea de tratamente, hibrizi toleranţi şi folosirea fungicidelor 103
Figura 38. Montaj privind dăunătorul *Diabrotica virgifera virgifera* şi atacul lui asupra porumbului 105
Figura 39. Pierderile generate de monocultura de porumb în diferite zone ale lumii 107
Figura 40. Efectul pe termen lung al rotaţiei culturilor asupra conţinutului de carbon al solurilor în America 108
Figura 41. Reacţia culturii de rapiţă în monocultură şi în diferite asolamente 109
Figura 42. Descreşterea producţiilor de rapiţă pe măsură ce cultura se deplasează de la nord spre sud-est 110
Figura 43. Scăderile de producţie practicate în monocultura de rapiţă în diferite zone ale Europei 111
Figura 44. *Ceutorhynchus assimilis* adult 112
Figura 45. Plante atacate de *Ceutorhynchus assimilis* 112
Figura 46. Larvă de *Ceutorhynchus napi* 112
Figura 47. Daune la tulpină 112
Figura 48. *Meligethes aeneus* – adult 113
Figura 49. *Meligethes aeneus* – atac la flori 113

Figura 50. Atac de *Pythium* la plăntuţele de sfeclă 116
Figura 51. Spori argintii ai speciei *Cercospora beticola* apăruţi chiar în zona stomatei, în buchețele mici, pe vreme umedă şi caldă 117
Figura 52. Atacul pe frunze al ciupercii *Cercospora beticola* se manifestă prin pete circulare (2-3 cm) sau eliptice, brun deschis în centru şi mai roşii spre periferie, odată cu apariţia sporilor. Se extinde atacul pe frunze, acestea se usucă şi mor 117
Figura 53. Atacul avansat al ciupercii conduce la moartea frunzelor şi diminuarea sau compromiterea recoltelor. Pagube de 30-40% sunt obişnuite în cazul atacului consistent 118
Figura 54. *Erysiphae betae*, atac generalizat la frunzele de sfeclă 119
Figura 55. *Bothynoderes punctiventris* adult, care rămâne în sol. Foarte periculos la sfeclă 120
Figura 56. *Tanymecus palliatus* adult. Este o specie polifagă cu o generaţie la 2 ani 120
Figura 57. Leghemoglobina la lupin 125
Figura 58. Rădăcinile de mazăre încărcate cu nodozităţi (A) şi cu leghemoglobină bundentă (B) în anul normal în precipitaţii 2008. 15 mai Alexandria. Azot fixat = 134 kg, producţie mazăre 4200 kg 126
Figura 59. Cantitatea de azot fixat biologic de către diferite culturi leguminoase 128
Figura 60. Dinamica formării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României 129
Figura 61. Dinamica acumulării azotului fixat simbiotic la mazărea Rosalia în sudul României, 2008 129
Figura 62. Dinamica fixării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României, 2009 130
Figura 63. Dinamica acumulării azotului fixat simbiotic la mazărea Rosalia în sudul României, 2009 130
Figura 64. Dezvoltarea diferită a volumului şi activităţii nodozităţilor în doi ani diferiţi ca regim pluviometric – stânga 2008 cu un regim potrivit de umiditate, iar dreapta anul 2009 cu un regim de precipitaţii de trei ori mai redus 131
Figura 65. Leghemoglobina, pigmenţii roşii din nodozităţi au fost foarte dezvoltaţi şi mai ales foarte activi în 2008 şi au lipsit aproape complet în 2009 132
Figura 66. Corelaţia dintre volumul de precipitaţii căzut în perioada de vegetaţie şi azotul fixat la mazăre 133
Figura 67. Corelaţia dintre precipitaţiile căzute, azotul fixat şi producţia de mazăre în sudul României 133
Figura 68. Plantă şi rădăcini de lucernă 135
Figura 69. Plantă de lucernă de 8 ani. Rădăcina are dimensiuni imense şi lasă în sol orificii în diametru de până la 3-4 cm 135
Figura 70. Fixarea simbiotică a azotului la soia observată în 30. 07. 09 în Balta Dunării 136

Figura 71. Aspectul rădăcinii de lucernă în vârstă de 8 ani la suprafaţa solului 137
Figura 72. Plantă cu rădăcini de trifoi roşu (*Trifolium pratense*)..... 138
Figura 73. Model biosintetic Triterpene saponin în *M. truncatula* 139
Figura 74. Date HPLC/PDA/MS pentru un extract de saponine din rădăcină de lucernă..... 140
Figura 75. Plante leguminoase – motive pentru evitarea monoculturii..... 141
Figura 76. Efectul cultivării mazării după mazăre, generat de fenomenul de oboseală a solului 144
Figura 77. Descreşterea efectului ameliorator al mazării, măsurat relativ cu productivităţile postmergătoare într-un asolament de 6 ani..... 145
Figura 78. Rădăcină pivotantă de tipul III la soia pe un sol brun – coluvial..... 147
Figura 79. Cultura de soia în Lunca Dunării în curs de fructificare..... 150
Figura 80. Două modele de asolament îndeosebi pentru sudul României 153
Figura 81. Cultura de grâu din soiul Josef la Modelu, Călăraşi după floarea-soarelui – stânga, şi după rapiţă – dreapta 154
Figura 82. Funcţiile culturilor intermediare 155
Figura 83. Criteriile de selecţie a culturilor intermediare în România..... 156
Figura 84. Culturile duble cu scop exclusiv comercial degradează solul şi ecosistemul 157
Figura 85. Borceagul este o plantă intermediară mult superioară porumbului 158
Figura 86. Detalii asupra funcţiei de îngrăşământ verde a culturilor intermediare şi impactul în funcţia ecologică..... 159
Figura 87. Facelia este o excelentă cultură intermediară care oferă cei mai buni indicatori evaluaţi în sistemul de culturi intermediare 162
Figura 88. Flori de Facelia 162
Figura 89. *Phacelia viscida* – o excelentă plantă meliferă, dar şi ornamentală, înfrumuseţând locurile unde este semănată 163
Figura 90. Bobul oferă o masă vegetativă extrem de bogată, fixează azotul Şi structurează cu succes solul..... 163
Figura 91. Raigras (*Lolium sp*.) cultivat în vară ca plantă intermediară 164
Figura 92. Amestec de camelină cu bob mare. Este un excelent amestec pentru conservarea azotului şi a fixării lui..... 165
Figura 93. Semănatul direct în mirişte 166
Figura 94. Sus: Diferenţa dintre muştarul semănat direct în mirişte (stânga) şi cel după lucrarea cu gruberul (dreapta). Jos: Dreapta: Semănat direct în mirişte (stânga), gruber adânc (mijloc) şi gruber superficial (dreapta). 167
Figura 95. Maşină de semănat..... 168
Figura 96. Cultură intermediară de mazăre, tip samulastră, la Alexandria, 2009 169
Figura 97. Principii şi condiţii necesare alcătuirii asolamentului 179
Figura 98. Algoritmul alcătuirii unui model de asolament la nivel de întreprindere sau zonal cu determinarea eficienţei asolamentului, adică a valorii totale a biomasei..... 180
Figura 99. Modelarea producţiei cu sistemul „bym" (biomass yield model)..... 182

Figura 100. Modelul formării producției de mazăre într-un asolament de 4 ani în sudul României 184
Figura 101. Modelul formării producției de grâu Premium într-un asolament de 4 ani în sudul României 186
Figura 102. Modelul formării producției de orz, într-un asolament de 4 ani în sudul României 187
Figura 103. Modelul formării producției de rapiță boabe într-un asolament de 4 ani în sudul României 188
Figura 104. Modelul general, tehnico-ecologic şi economic al asolamentului proiectat 189
Figura 105. Modelul producțiilor valorice într-un asolament de 4 ani în sudul României, în funcție de I_E şi Pp 190
Figura 106. Efectul indicelui ecologic (IE) asupra producției valorice într-un asolament de 4 ani, sud România 192
Figura 107. Efectul precipitațiilor anuale (mm) asupra producției exprimate valoric într-un asolament de 4 ani, sud România 192
Figura 108. Nomograma valorii producțiilor agricole (4 ani) într-un asolament de 4 ani cu cereale păioase, rapiță şi mazăre din sudul României, în funcție de volumul precipitațiilor anuale şi starea ecologică a solurilor 193
Figura 109. Privire de ansamblu asupra factorilor de formare a solului şi dezvoltare a acestuia 200
Figura 110. Sol. Variabilitatea profilelor de sol 201
Figura 111. Din combinarea proceselor de evoluție a materiei organice şi minerale apar complexele argilo-huminice care asigură forța vitală a solurilor 202
Figura 112. Rezultatul acțiunilor fizice şi fizico-chimice asupra mineralelor 204
Figura 113. Reprezentare schematică a texturii solului 206
Figura 114. Triunghiul texturii 207
Figura 115. Două variante extreme: stânga pozitivă, dreapta negativă, privind alcătuirea arhitectonică a solului 208
Figura 116. Substanțele huminice contribuie decisiv la formarea structurii solului şi a hidrosolubilității 209
Figura 117. Prezentare schematică a diferitelor forme de agregare a solurilor 211
Figura 118. Structura poliedrică într-o păşune din zona comunei Brebu 211
Figura 119. Coerența dată de acizii humici într-un sol cernoziomic ecologizat 212
Figura 120. Agregate tip granulat fărâmițate în diferite dimensiuni sub o cultură de grâu ecologizat 213
Figura 121. Agregate tip granulat, cu un mare grad de stabilitate, sub cultura de mazăre 213
Figura 122. Model de distrugere a structurii solului 214
Figura 123. Repartiția volumului solului în funcție de elementele componente 216
Figura 124. Raportul ideal între componentele solului 216

Figura 125. Evoluția componentei brute a solului în decurs de 50 de ani în România pentru circa 5 milioane ha teren agrar 217
Figura 126. Forme de apă în sol 222
Figura 127. Diferite forme de apă prezente în sol 223
Figura 128. Legăturile apei cu solul 224
Figura 129. Curba tensiunii (reținerii) şi a disponibilității apei în sol 224
Figura 130. Corelația între tipul structural de sol şi principalii parametri ai apei în sol 226
Figura 131. Posibilitățile de mişcare a apei în sol sub acțiunea dimensiunilor porilor, adică ale forțelor de tensiune capilară 229
Figura 132. Ecologizarea prin structurare a unui sol cernoziom greu în Câmpia Burnasului 230
Figura 133. Comparație între două profiluri de sol provenind din aceeaşi zonă la interval de circa 50 de ani 231
Figura 134. Model de formare a humusului 235
Figura 135. Detritivore – acarieni şi miriapode 236
Figura 136. Colembola (sus) şi acarieni tip corn (tanc) jos 236
Figura 137. Bilă sugătoare ordinul Glomerida (*Glomeris marginata*) 236
Figura 138. Râma (*Lambricus terrestris*) 237
Figura 139. Humus de nutriție generat de încorporarea în sol a materiei organice reziduale în zona Câmpiei Burnasului 238
Figura 140. Rezultatul activității detritivorelor în zona de pădure 238
Figura 141. Activitatea de degradare a resturilor organice este preluată de ciuperci şi bacterii. Evoluția spre separare 238
Figura 142. Humus durabil heteropolicondensat sub pădure de conifere 238
Figura 143. Secțiune transversală prin frunza de stejar şi modul în care aceasta se degradează 240
Figura 144. Schemă naturală a degradării materiei organice în sol 241
Figura 145. Organisme întâlnite în sol pe o suprafață de 1 m^2 în stratul superior de 30 cm 242
Figura 146. Degradarea materiei organice în funcție de compoziția ei biochimică ... 245
Figura 147. Degradarea materiei organice pe solurile mediu brune de pădure 246
Figura 148. Corelația dintre conținutul în azot al solului şi conținutul în carbon organic 247
Figura 149. Acumularea carbonului organic şi deci a humusului în sol, în funcție de asolament 248
Figura 150. Rezultatele activității de degradare a materiei organice în sol sunt dirijate pe două direcții (mineralizare – roşu) şi humificare (negru) 250
Figura 151. O secvență ipotetică privind schema unei molecule huminice 251
Figura 152. Grupele funcționale în cadrul moleculei huminice şi importanța lor 252
Figura 153. Substanțele huminice contribuie decisiv la formarea structurii solului şi a hidrosolubilității ei 253

Figura 154. Formaţiuni structurale obţinute prin agregarea complexului argilo-huminic pe un sol cernoziomic din Câmpia Burnasului sub cultura de cereale păioase 254
Figura 155. Sol agregat, structurat, obţinut prin acţiunea comună a acizilor fulvici şi huminici pe un sol brun de pădure din Valea Doftanei 254
Figura 156. Procesul de humificare a lignocelulozelor în sol 256
Figura 157. Un model desenat al unui complex argilo-mineral 256
Figura 158. Determinarea calorimetrică a conţinutului de humus în sol 258
Figura 159. Cerinţele plantelor şi organismelor solului faţă de lucrările solului 265
Figura 160. Acţiunea sistemelor de lucrare a solului 268
Figura 161. Sistemul de lucrare a solului văzut de KTBL 269
Figura 162. Semănat direct pe solul mulcit (faza a doua) 270
Figura 163. Efectele nelucrării solului asupra porozităţii acestuia şi a activităţii râmelor 271
Figura 164. Cultură de porumb în sistemul agricultură alternativă prin renunţarea la maşini agricole, refacerea naturală completă a solului şi semănatul direct 272
Figura 165. Semănatul direct în miriştea de rapiţă a bobului (*Vicia faba*) în Germania 273
Figura 166. Eficacitatea sistemului de lucrări şi a procedeului de semănat asupra recoltei de rapiţă 273
Figura 167. Semănatul direct al grâului după grâu în Germania 274
Figura 168. Fiecare unitate de semănat se poate adapta la sol. Presiunea hidraulică în sistem acţionează ca de-a lungul rândului pentru ca distanţa dintre seminţe şi adâncimea să fie realizate la cerinţele tehnologice 276
Figura 169. Releele de presiune veghează pentru îndeplinirea condiţiilor tehnologice 276
Figura 170. Cultura care răsare pe mirişte este una exactă, completă (aici rapiţă) 277
Figura 171. Consumul de forţă de muncă în funcţie de sistemul de lucrări pentru cultura grâului 279
Figura 172. Consumul de motorină la cultura grâului în funcţie de sistemul de lucrări 281
Figura 173. Modele de asolament în Rusia de Sud pe cernoziomurile foarte fertile 284
Figura 174. Recoltele şi componentele ei la grâul de toamnă în condiţiile unor cercetări diferenţiate pe termen lung ale lucrărilor solului 286
Figura 175. Cele 4 modalităţi de sisteme de lucrări prezente în Germania 287
Figura 176. Maşina pneumatică modernă pentru semănat bob cu bob 291
Figura 177. Plug cizel. Are avantajul că nu deplasează solul pe orizontală. Îl afânează în forma lui naturală 296
Figura 178. Influenţa afânării adânci (efect remanent) asupra rezistenţei la penetrare (N/cm^2), la recoltat, Fundulea, 2009 299

Figura 179. Influența metodei de lucrare a solului asupra rezistenței la penetrare (N/cm^2), la recoltat (Fundulea, 2009) 300
Figura 180. Influența metodei de lucrare a solului asupra greutății volumetrice (g/cm^3), la recoltat, Fundulea, 2009 300
Figura 181. Vulnerabilitatea la compactare a solurilor arabile 303
Figura 182. Harta pretabilității solului la diferite sisteme de lucrare 304
Figura 183. Emisiile de CO_2 în funcție de diferitele sisteme de lucrare a solului 304
Figura 184. Utilaj destinat lucrărilor minime ale solului şi reducerii cu 53% a emisiilor de CO_2 comparativ cu aratul cu plugul 305
Figura 185. Ecotiger, destinat prelucrării minime a solurilor şi reducerii emisiilor de CO_2 cu peste 50% comparativ cu lucrarea cu plugul 305
Figura 186. Disc Ripper, destinat pregătirii solului în sistem de conservare, care reduce de 3,4 ori emisiile de CO_2, comparativ cu arătura cu plugul 306
Figura 187. Utilaj Glencoe SS 7400 Soil Saver destinat lucrărilor în sistem minim, care reduc emisiile de CO_2 de 3,61 ori comparativ cu arătura cu plugul clasic 306
Figura 188. Scăderea conținutului de humus-C în solurile României în perioada 1930-2010 309
Figura 189. Factorii care influențează lucrările solului 310
Figura 190. Sisteme de lucrări ale solului practicate la ferma Agrovet Farm Alexandria, 2009 311
Figura 191. Din cauza stratului de hardpan fluxurile pe profil sunt blocate la 30 cm 312
Figura 192. Secvența de harpan extras cu o cazma militară 312
Figura 193. Scarificator cu zece brațe şi cu bride de siguranță folosit în scarificarea solurilor argiloase de pe platforma Burnasului – 2008 313
Figura 194. Scarificare la 60 cm cu scarificatorul din figura 193 a condus la apariția de fisuri în stratul compact de hardpan 314
Figura 195. Imagine a suprafeței solului scarificat după grâu la o adâncime de 60 cm 314
Figura 196. Lucrarea solului cu tigerul (un gruber mai perfecționat) şi pregătirea acestuia pentru semănatul culturilor de toamnă 315
Figura 197. Starea unei mirişti după lucrarea de scarificare, urmată de cea cu tigerul, pe un sol cernoziom-argilic din platforma Burnasului 316
Figura 198. Lucrarea cu tigerul pe o mirişte mulcită înainte de scarificare 317
Figura 199. Distrugerea hardpanului se face cu o unealtă al cărei vârf este mai lat decât cel din josul acestei figuri 318
Figura 200. Secvență din solul fost cândva hardpan. Se observă restructurarea solului deşi aceasta nu este încă stabilă 319
Figura 201. Evoluția solului din secvența hardpan în decursul unui an de la efectuarea scarificării 319

Figura 202. Distrugerea hardpanului constituie baza de reconstrucţiei fluxurilor pe profil şi a ecologizării solurilor 320
Figura 203. Comparaţie între lucrări clasice şi lucrări M. T. cu scarificatorul asupra stării de vegetaţie a plantelor (2007) 322
Figura 204. Consistenţa rădăcinilor în sol ecologizat şi neecologizat 322
Figura 205. Teren semănat cu grâu. Se observă calitatea deosebită a lucrărilor, premiză pentru producţii mari 323
Figura 206. Ultima pregătire cu tigerul pentru semănatul cerealelor 324
Figura 207. Relaţia dintre tipurile texturale de sol şi sistemul de lucrări solicitate de acestea 326
Figura 208. Sistemele de lucrare a solului şi procesele tehnice de realizare a lor 330
Figura 209. Model de gruber combinat potrivit pentru dezmiriştire, care este foarte frecvent pe terenurile medii şi uscate din Saxonia, dar sunt prezente şi în România 331
Figura 210. Model de semănătoare modernă care lucrează pe 8 metri lăţime şi care este foarte potrivită pentru sistemul de lucrări 1 şi 2 (convenţional şi reduse) 332
Figura 211. Model de gruber complet cunoscut sub denumirea de tiger, care poate înlocui plugul în sistemul lucrări minime. El este prevăzut şi cu sistem de aplicare a îngrăşămintelor 332
Figura 212. Model de grapă elicoidală foarte potrivită pentru dezmiriştit 334
Figura 213. Maşină de semănat specială pentru efectuarea lucrării în mulci 335
Figura 214. Pentru renunţarea la plug este necesară tehnica adusă de gruberele moderne (sus). Jos: diferite părţi active care lucrează la adâncimi medii şi mari 335
Figura 215. Diferenţa anatomică dintre seminţele monocotile şi dicotile 338
Figura 216. Comparaţie între sămânţa de grâu semănată la adâncimi diferite şi efectele asupra vigorii plantelor 338
Figura 217. Etapizarea germinării şi răsăririi cerealelor în câmp la temperatură şi umiditate optime 340
Figura 218. Comparaţie între o răsărire hipogee şi una epigee 342
Figura 219. Etapele răsăririi plantelor 343
Figura 220. Semănătură neuniformă la SC Acvila Măcin 344
Figura 221. Modele diferite de management al semănatului în funcţie de cunoştinţele tehnologice şi interesul pentru performanţă a fermierilor 345
Figura 222. Calitatea seminţelor reprezintă genetic un complex de însuşiri greu vizibile 347
Figura 223. Variaţia naturală a 101 linii provenite din încrucişarea lui *Solanum lycopersicum* şi *Solanum pimpinellifolium* 347
Figura 224. Recombinarea liniilor consangvinizate (RIL) a populaţiilor de *Solanum lycopersicum* şi *Solanum pimpinellifolium* 348
Figura 225. Parametri fiziologici, măsurarea germinaţiei 349

Figura 226. Conceptul privind utilizarea genomului în perfecționarea însușirilor fiziologice ale germinației și dezvoltării plantelor 350
Figura 227. QTL locații prezente de-a lungul unui cromozom din genom 351
Figura 228. Schema redusă a managementului instituțional 352
Figura 229. Metode tradiționale de testare a varietății 354
Figura 230. Metode moderne 354
Figura 231. Determinarea purității seminței 355
Figura 232. Determinarea germinației plantelor în laboratoare specializate 356
Figura 233. Model de evaluare a germinației la porumb 357
Figura 234. Semințele ale căror țesuturi vii sunt colorate, sunt considerate normale, pentru o dezvoltare normală a plăntuțelor 358
Figura 235. Larvă de *Sitotroga cerealella*, prezentă în depozitul de semințe 359
Figura 236. Adult și larvă de *Sitophilus granarius* 359
Figura 237. Managementul calității semințelor este influențat de mai mulți parametrii și componente 360
Figura 238. Germinație 94%. Soiul de orzoaică Tunika efectuat în laboratorul Probstdorfer 362
Figura 239. *Acanthoscelides obtectus*, gândacul fasolei, al mazării și a altor leguminoase 363
Figura 240. Principalii parametrii ai semănatului în agricultura modernă 365
Figura 241. Prin semănatul de precizie pe o suprafață de grâu de 490 ha într-un asolament cu plante amelioratoare Antoine Rivière pe un sol lutos bine ecologizat seamănă doar 120 semințe/m^2, adică 54 kg/ha soiuri de mare performanță și obține 580-650 spice cu o producție de 8,5-9,5 q/ha 372
Figura 242. Modelul de dezvoltare al unei plante de grâu Premium – soiul Philip după înfrățire completă 373
Figura 243. Respectarea adâncimii de semănat este decisivă 374
Figura 244. Corelația dintre densitatea răsăririi și calitatea lucrărilor solului (Ie) – Auradur 2010 375
Figura 245. Analiza statistică Auradur 2010 în relația cu fenomenul de răsărire 376
Figura 246. Cultură de Auradur 2010 377
Figura 247. Corelația dintre numărul de spice și greutatea boabelor în spice 3 soiuri Bangladesh 2004-2005 378
Figura 248. Agrochimia în conexiunea științelor legate de sol și plantă 390
Figura 249. Răspunsul plantelor de mazăre la tratamentul cu azot (stânga) și la cel cu acizi huminici și microorganisme (dreapta) în lipsa unui tratament cu Rhizobium 391
Figura 250. Noua regândire a nutriției plantelor pentru o agricultură transformată spre modelele naturale 393
Figura 251. Dinamica formării biomasei culturilor agricole media ponderată 2008 395
Figura 252. Factorii care influențează creșterea plantelor 395
Figura 253. Evoluția consumului de NPK într-o cultură de grâu de circa 10 t/ha 396
Figura 254. Aplicarea legii diminuării returului în nutriția plantelor 398

Figura 255. Factori esențiali ai disponibilității elementelor nutritive 399
Figura 256. Factori esențiali ai disponibilității elementelor nutritive 401
Figura 257. Formula chimică a pigmentului clorofilian: legăturile duble-conjugate sunt colorate în roşu 403
Figura 258. Fotosinteza – cel mai important fenomen de formare a materiei organice, folosind CO_2, apa şi energia solară, plus nutrienții din sol..... 403
Figura 259. Captarea CO_2, a apei şi energiei se face în celula verde în cloroplaste, o parte din glucoza formată (23%) este refolosită în procesul respirației cu formare de ATP energie termică şi CO_2 404
Figura 260. Schema reacțiilor fotochimice şi biochimice care însoțesc fotosinteza în cloroplaste şi formarea zaharurilor..... 405
Figura 261. Principiile nutriției plantelor..... 406
Figura 262. Aminoacizii D şi L se aseamănă cu deosebirea că izomerizarea are loc în oglindă. Toți aminoacizii au aceeaşi structură..... 407
Figura 263. Formarea prin condensare a bipeptidelor. Aici e vorba de aminoacizii glicină şi alanină 409
Figura 264. Structura unei proteine..... 409
Figura 265. Metamorfoza monozaharidelor în dizaharide şi apoi în polizaharide..... 410
Figura 266. Diferite forme de zaharuri simple şi bizaharide..... 412
Figura 267. Structura amidonului 413
Figura 268. Structura celulozei 413
Figura 269. Model de acid gras (acid palmitic) bazat pe catene alifatice formate exclusiv din gruparea C - H (16 atomi de carbon, component al glicinei)..... 414
Figura 270. Circuitul azotului la scară planetară, în relația biotic-abiotic = industrie 415
Figura 271. Circuitul azotului în relația cu materia organică..... 417
Figura 272. Dinamica carbonului şi a azotului în biomul BGC..... 418
Figura 273. Acidul fitic (fitat) (1, 2, 2R, BS, 4s, 5R, 6S - ciclo-hexanon hexakis..... 419
Figura 274. O prezentare schematică a celor 3 principale P-fracțiuni în sol..... 420
Figura 275. Absorbția fosfaților de către oxizi şi hidroxizii de fier şi aluminiu – sus; absorbția fierului şi aluminiului de către acidul citric – jos 421
Figura 276. Carență de fosfor la porumb 422
Figura 277. Acțiunea diverselor extremități radiculare asupra fosfaților stabili din sol 423
Figura 278. Modul de preluare de către rădăcini a diferitelor elemente din sol..... 424
Figura 279. Circuitul fosforului în natură 427
Figura 280. Circuitul fosforului la nivelul sol - plantă cu implicarea microorganismelor solului, pe majoritatea formelor existente în sol 427
Figura 281. Sinteză a relației între fosfor, sol, surse şi plante..... 428
Figura 282. Disponibilitatea pentru plante a diferitelor îngrăşăminte cu fosfor 429
Figura 283. Carență de potasiu la cultura cerealelor..... 431

Figura 284. Potasiul favorizează eficienţa azotului datorită sprijinirii reacţiilor de biosinteză la nivelul celulelor 432
Figura 285. Relaţia între diferite forme de potasiu 432
Figura 286. Circuitul potasiului în sistemul agricol format din tandemul biomasă-biotop-sol 433
Figura 287. Secţiune longitudinală şi transversală prin perişorul radicular 440
Figura 288. Elementele minerale absorbite de către plante se fac dominant prin rădăcini 441
Figura 289. Absorbţia şi transportul apei şi al ionilor în plante 442
Figura 290. Absorbţia calciului în plantă creşte nelinear cu conţinutul de apă, dar la o abundenţă a acestora în sol se plafonează la 80-90% din C 442
Figura 291. Corelaţia dintre conţinutul de calciu din soluţia solului şi conţinutul acesteia din rădăcini şi păstăi ca şi din rădăcinile plantelor de fasole ... 443
Figura 292. Circuitul calciului în natură şi disponibilitatea lui pentru plante 444
Figura 293. Aciditatea de rezervă şi aciditatea activă 446
Figura 294. Procesul biochimic de bază care cauzează acidifierea solului în cazul aplicării îngrăşămintelor pe bază de amoniu 447
Figura 295. Efectul absorbţiei de către plante a nutrienţilor şi revenirea lor în sol pe solurile acide 449
Figura 296. Procesul de acidifiere a solurilor şi managementul controlului ei 450
Figura 297. Scala pH şi exemple de lichide care se încadrează în diferiţi parametri
Figura 298. Solurile, aciditatea şi culturile 455
Figura 299. Relaţia dintre indicele pH şi activitatea bacteriilor şi enzimelor din sol 457
Figura 300. Corelaţia între pH-ul solului şi nitrificare în Missourri 458
Figura 301. Relaţia dintre pH şi preluarea principalelor elemente nutritive din sol 459
Figura 302. Toleranţa la aciditate a unor culturi de câmp şi furajere în statul American Missouri 462
Figura 303. Producţia de soia în funcţie de aciditatea solului 463
Figura 304. Circuitul sulfului în natură, în relaţie cu ecosistemele naturale şi agricole 467
Figura 305. Variante ale corelaţiei dintre creşterea dozelor de sulf şi producţia culturilor 468
Figura 306. Lipsa sulfului din sol reduce semnificativ metabolismul şi eficienţa azotului 471
Figura 307. Creşterea conţinutului în proteină şi în glicozin la ceapă sub influenţa conţinutului de sulf 474
Figura 308. Creşterea conţinutului de glutathion din rapiţă în corelaţie cu aprovizionarea cu sulf într-o locaţie cu deficit de sulf şi o presiune mare de infecţie cu *Prenopeziza brassicae* 475
Figura 309. Prezenţa şi mişcarea magneziului în celulele plantei 479
Figura 310. Carenţă de magneziu la dovleac (cucurbitaceae) 482

Figura 311. Microelementele ocupă poziții superioare în tabelul lui Mendeleev 485
Figura 312. Evoluția absorbției de mangan în plante în funcție de aciditatea solului 487
Figura 313. Simptomele carenței de mangan la *Rosa canina* 487
Figura 314. Carență de molibden la cucurbitaceae 489
Figura 315. Carența de cupru în cultura de orz 491
Figura 316. Carența de cupru cauzează la orz în acest caz sterilitatea polenului
şi lipsa formării boabelor 493
Figura 317. Simptomele de mai sus, cauzate de lipsa cuprului, pot fi asemănătoare
cu cele ale erbicidelor din grupa fenoxi. Este vorba însă de carența
de cupru, pentru că tratamentele cu erbicide nu se pot face
în această fază 493
Figura 318. Fiecare mănunchi de orz a întârziat în evoluție cu cel puțin 10 zile,
datorită carenței de cupru 494
Figura 319. Carențe de Cu pe un sol cernoziomic din Câmpia Burnasului generat
de îngrăşarea excesivă cu uree 495
Figura 320. Schemă a intervenției fierului în funcționarea fotosintezei şi a evoluției
substanțelor sintetizate spre proteine şi acizi nucleici 499
Figura 321. Disponibilitatea pentru plante a diferitelor elemente de nutriție în funcție
de pH-ul solului 502
Figura 322. Carența de fier la fasole (*Phaseolus vulgaris*) 504
Figura 323. Reducerea presiunii asupra absorbției fierului dată prin IPC2, în funcție
de conținutul în humus al solului, pe soluri ecologizate din sudul
României la cultura de grâu Premium 505
Figura 324. Creşterea procentuală a nutrienților în seva de tomate tratate cu 20 l/ha
supă humus prin comparație cu martorul 507
Figura 325. Efectul diferitelor concentrații (ppm) de Co2+ asupra creşterii speciei
Monoraphidium minutum cu metoda densității optice la 500 nm 509
Figura 326. Efectul a diferite concentrații de (ppm) de Co2+ asupra
creşterii speciei N. perminuta măsurată prin metoda densității optime
la 750 nm 510
Figura 327. Efectul diferitelor concentrații de Co2+ (ppm) asupra conținutului
în pigment la *Monoraphidium minutum* după o incubare de 11 zile
(µg+1 susensie algală) 511
Figura 328. *Leptospermum scoparium* (Manuka) 513
Figura 329. *Sutera fodina.* Specie mare acumulatoare de crom - 48. 000 µg Cr^{-1} 514
Figura 330. Formarea selenometioninei prin înlocuirea sulfului cu selenium 516
Figura 331. Mecanismul prin care radicalii liberi distrug membranele celulare
şi calea de distrugere a radicalilor şi de protecție a membranelor celulare,
cale în care este implicat seleniul 517
Figura 332. Ciclul biologic al seleniului 518
Figura 333. Corelația dintre K şi ^{85}Rb absorbit de rădăcini ale plantelor de cafea
normale sau deficitare, şi transportat în frunze şi crengi
înainte de înflorit 525

Figura 334. Principalele sisteme de nutriție a plantelor din România..... 530
Figura 335. Algoritmul nutriției cu azot la culturile agricole 535
Figura 336. Disponibilitatea în timp a azotului din gunoiul de grajd..... 552
Figura 337. Echivalentul în îngrăşăminte chimice (N) a diferitelor îngrăşăminte organice în anul de aplicare %..... 554
Figura 338. Conţinutul de amoniu din diferite dejecţii organice provenite de la diferite animale 554
Figura 339. Împrăştiere guelle pe o păşune din Germania..... 561
Figura 340. Aplicarea produsului guelle pe o mirişte de grâu în sudul Germaniei.... 561
Figura 341. Aplicarea gunoiului de grajd cu o remorcă specială pe păşunile din Tirolul austriac..... 562
Figura 342. Suprafaţa arabilă pe care s-a aplicat gunoi de grajd – dreapta, şi pe care nu s-a aplicat – stânga..... 562
Figura 343. Reducerea ouălor paraziților diverselor microorganisme în condițiile creşterii temperaturilor într-un reactor de compostare cu reținerea gazului 566
Figura 344. Forma fizică a compostului rezultat din instalaţia de biogas..... 569
Figura 345. Schema instalaţiei de obţinere a biogazului şi biocomposturile din materialele organice din fermă..... 570
Figura 346. Compostul rezultat din fermentare în instalaţia de biogaz este analizat şi, dacă se încadrează în parametrii specificaţi este ambalat şi trimis în zonele de valorificare 571
Figura 347. Numărul de instalaţii de biogaz şi putere energetică instalată pornind de la aceasta în perioada 1992 – 2005..... 572
Figura 348. Biogazul obţinut din întreţinerea animalelor 574
Figura 349. Cantitatea de gaz obţinută dintr-o tonă de substrat şi cosubstrat (BBV – 2010) în instalaţiile de biogaz din Germania..... 574
Figura 350. Ce cantitate de energie se poate obţine la nivelul Germaniei intens populată cu animale în comparaţie cu alte ţări est-europene..... 576
Figura 351. Corelaţia între gunoiul de grajd, humus şi producţie la grâu..... 577
Figura 352. Diagrama relaţiei dintre gunoi şi producţia de grâu în 2D pentru diferite conţinuturi de humus din sol. România 1996 - 2007, neirigat 578
Figura 353. Efectul gunoiului de grajd în raport cu humusul solului aplicat porumbului asupra producţiei de boabe în România şi Sud-Estul Europei..... 579
Figura 354. Corelaţia gunoi x humus asupra producţiei de porumb neirigat, România 580
Figura 355. Model sistemic de utilizare a plantelor verzi..... 583
Figura 356. Cultură de *Sesbania punicea* folosită ca îngrăşământ verde în Pakistan, China, India, dar şi în SUA 587
Figura 357. Cultură de măzăriche, utilizată ca îngrăşământ verde, după premergătoare timpurii 587

Figura 358. Cultura de ovăz utilizată ca îngrăşământ verde în numeroase plantaţii ridicate sau soluri nisipoase 588
Figura 359. Avantajele şi dezavantajele sistemului Cover-crop 590
Figura 360. Formarea indicatorului sintetic de fertilitate a solului 591
Figura 361. Geneza funcţiilor ecologice ale solului 592
Figura 362. Cultură acoperitoare de *Trifollium alexandrinum* 596
Figura 363. Cultură verde acoperitoare de *Trifolium incarnatum* 596
Figura 364. Cultură acoperitoare de *Melitotus officinalis*, potrivită şi pentru solul României 597
Figura 365. Cultură acoperitoare de trifoi roşu (*Trifolium pratense*) specifică şi spaţiului românesc 598
Figura 366. Cultură acoperitoare de *Vicia vilosa,* rezistentă la iernare 598
Figura 367. *Vicia pannonica* – cultură pregătită pentru mulciuri la Amzaceea, Constanţa 599
Figura 368. Factorii care degradează îngrăşămintele verzi 601
Figura 369. Sistemul radicular al diferitelor plante de stepă 603
Figura 370. Sisteme diferite de rădăcini la plantele de cultură realizează relaţii diferite cu solul 604
Figura 371. *Medicago lupulina* - o valoroasă plantă de acoperire, mai ales în Australia 605
Figura 372. Rădăcina pivotantă de lucernă pătrunde adânc în pământ, contribuind la penetrarea solului şi refacerea fluxurilor apă/aer şi elementele nutritive pe profil 607
Figura 373. Rădăcina lucernei este pivotantă, profundă şi ramificată aleatoriu 607
Figura 374. Rădăcina în anul 4 608
Figura 375. Deşi necesarul de azot este din ce în ce mai redus, în zona coletului există foarte numeroase nodozităţi care fixează încă cantităţi importante de azot 608
Figura 376. Modul de fabricare a Biovinului 613
Figura 377. Forţa nutritivă biologică, ecologică şi sanitară a Biovinului 613
Figura 378. Germinaţia gramineelor şi răspunsul de creştere pe diferite tipuri de soluri 617
Figura 379. Biovin reţine azotul solubil în sol 617
Figura 380. Beneficiile utilizării acizilor humici în solurile nisipoase 618
Figura 381. Compost concentrat obţinut cu ajutorul râmelor într-o formă vărsată, cernut prin sită de 2 mm 621
Figura 382. Imaginea unei cutii de compostare a resturilor alimentare dintr-o gospodărie sau apartament 622
Figura 383. Logo-ul decadei educaţiei în dezvoltarea durabilă pentru perioada 2005-2014 acreditat de Comisia specifică a Comisiei austriece UNESCO 622
Figura 384. Îngrăşământ organic universal obţinut într-o întreprindere din România, pornind de la materie primă alcătuită din dejecţii de pasăre pe strat de paie în proporţie de 1/1 624

Figura 385. Formulări lichide ale produsului Bactofil 626
Figura 386. Bacterii prezente în Bactofil 627
Figura 387. Cartof recoltat din varianta martor netratat (dreapta - 1 cuib) şi cartof recoltat din varianta Biovin + Bactofil (stânga - 1 cuib) 631
Figura 388. Tomate obţinute din varianta netratată (dreapta) şi din varianta tratată cu Biovin + Bactofil (stânga) 632
Figura 389. Stânga: dovleac alimentar provenit din varianta tratată cu Biovin + Bactofil (15 kg greutate medie). Dreapta: Dovleac provenit din varianta tratată cu guelle (amestec porc + pasăre 20 t/ha) – greutate medie 9 kg 632
Figura 390. Sporul de producţie obţinut cu Nitragin Optimize şi Nitragin Optimize Power numără 2 ani de cercetare în 10 localităţi din Argentina 634
Figura 391. Comportamentul Nitraginului în prezenţa LCO 635
Figura 392. Prezenţa LCO creşte semnificativ masa vegetativă a plantelor din soia 636
Figura 393. Efectul inoculării tradiţionale şi a celei însoţite de LCO asupra producţiei de soia boabe asupra producţiei în Argentina 636
Figura 394. LCO PT se află deja în formularea Nitragin Optimize 637
Figura 395. Sporul de producţie obţinut în ultima campanie de cercetări prin inocularea semînţelor de porumb cu Nitragin Bonus 638
Figura 396. Efecte observate la plantele de porumb ca urmare a efectuării tratamentelor cu Nitragin Bonus 639
Figura 397. Rezultatele obţinute asupra componentelor şi a producţiei de grâu în Argentina prin inoculare de Nitragin Bonus 640
Figura 398. Creşterea procentuală în comparaţie cu martorul netratat a diferitelor componente de producţie şi a randamentului la grâul inoculat cu *Azospirillum brasiliense* 640
Figura 399. Plante de grâu (soiul Nidera Baguette 13) în San Jeronimo (Santa Fe) 641
Figura 400. Creşterea producţiei de lcuernă şi a calităţii ei prin utilizarea sistemului LCO PT în Argentina 645
Figura 401. Schema producerii şi micorizării arborilor şi pomilor în pepiniere 648
Figura 402. Ectomizarea controlată a diferitelor ciuperci comestibile pe diferite specii de conifere 649
Figura 403. Unele avantaje ale ectomicorizării controlate 649
Figura 404. Sticlă de 0,5 l, cu micoriză pe argilă (Prof. Mycos) destinată florilor de apartament, grădinilor de pe lângă casă 650
Figura 405. Micoriză comercială formulată ca spori plasaţi în porii unei argile specifice prezentă în Danemarca 651
Figura 406. Biopreparatul brodinamic Rhizo Boost, produs în America 652
Figura 407. Spori maturi de *Glomus moseae* 653
Figura 408. Relaţia dintre productivitatea diferitelor plante şi numărul de specii de ciuperci micorizate din inocul 655

Figura 409. Creşterea producţiei de linte şi grâu urmare a inoculării seminţelor cu endomicoriză 655
Figura 410. Leguminoasele profită mai mult de micoriză decât gramineele 656
Figura 411. Colonizarea micoriziană a plantelor de grâu durum în % din lungimea rădăcinilor 657
Figura 412. Rezultatele unei cercetări de 2 ani (medie) privind producţia de grâu durum şi paiele aferente la diferite doze de azot combinate sau nu cu inocularea cu micorize 657
Figura 413. Rădăcinile de grâu micorizate în câmpul experimental de la Alexandria, 2009 660
Figura 414. Porumb micorizat în câmpul de la Alexandria, 2009 660
Figura 415. Dezvoltarea sistemului radicular la lucernă prin micorizare – simbioză multifuncţională, plante - bacterii – ciuperci 661
Figura 416. Efectul micorizării lucernei asupra performanţelor plantelor de lucernă în condiţiile inoculării cu *Rhizobium* 662
Figura 417. Schema posibilităţii utilizării modelului simbiotic natural/micoriza (AM) → Rhizobium prin transfer biotehnologic SYM – ENOD spre alte plante decât leguminoasele 664
Figura 418. Formulări tip inoculare cu ciuperci-micoriză: o piaţă în creştere rapidă 665
Figura 419. Influenţa câtorva factori legaţi de climă, sol şi tehnologii asupra răspunsului principalelor plante de cultură la îngrăşămintele de bază în condiţiile aplicării dozelor planificate prin bilanţuri 669
Figura 420. Răspunsul culturii grâului la aplicarea azotului şi fosforului 671
Figura 421. Diagrama evoluţiei producţiilor de grâu în România sub influenţa îngrăşămintelor cu azot şi fosfor 672
Figura 422. Corelaţia între precipitaţiile căzute şi rotaţia culturilor pe fond $N_{90}P_{75}$ la grâu 673
Figura 423. Nomograma producţiilor de grâu pe un fond de îngrăşare de $N_{90}P_{75}$ în funcţie de asolament (rotaţie) şi precipitaţii căzute mm/an 674
Figura 424. Corelaţia dintre dozele de azot şi conţinutul în proteină la soiul de grâu Josef 2007 – 2010 676
Figura 425. Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 1 679
Figura 426. Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 2 679
Figura 427. Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 3 680
Figura 428. Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 4 680
Figura 429. Răspunsul producţiei de porumb în funcţie de tipurile de sol şi dozele de N 683

Figura 430. Răspunsul producției de porumb în funcție de tipurile de sol şi dozele de P_2O_5 683
Figura 431. Răspunsul producției de porumb la îngrăşămintele cu N şi P 684
Figura 432. Răspunsul producției de floarea-soarelui la N în absența P_2O_5 691
Figura 433. Răspunsul culturii de floarea-soarelui la P_2O_5 în absența N 691
Figura 434. Răspunsul culturii de floarea-soarelui la îngrăşămintele cu N şi P 692
Figura 435. Schema lipsei de sinergism în aplicarea combinațiilor N x P comparativ cu N + P la floarea-soarelui 693
Figura 436. Comparații privind acțiunea azotului la diferite culturi 698
Figura 437. Comparație între calcularea dozei de azot în Germania şi Franța 698
Figura 438. Efectul dozelor de fosfor aplicate pe termen lung asupra rezervei din sol 700
Figura 439. Efectul azotului asupra conținutului în ulei la rapiță 701
Figura 440. Efectul azotului şi al combinațiilor sale cu fosforul şi potasiul asupra recoltelor de rapiță 702
Figura 441. Model de rădăcină de rapiță la Modelu, Călăraşi 704
Figura 442. Răspunsul producției de soia la fosforul din sol şi la dozele de P_2O_5 aplicate 711
Figura 443. Răspunsul producției de soia la potasiul din sol şi la dozele de K_2O aplicate 712
Figura 444. Cartof soiul Laura; stânga: fără micorizare; dreapta cu micorizare 715
Figura 445. Prelungirile albe ale rădăcinilor de cartof au fost realizate prin micorizarea cartofului cu un amestec de specii de Glommus 716
Figura 446. Reducerea îngrăşămintelor cu azot în țări din Occident pe fondul înlocuirii lor cu N din îngrăşăminte organice 717
Figura 447. Cauzele care provoacă daune plantelor de cultură 725
Figura 448. Diferite forme de necroze neparazitare la grâu (stânga cauzate de soare – sistemul ROS, cauzate de căderea polenului pe frunze, şi dreapta brunificări la nivelul pungii bazale a frunzelor) 726
Figura 449. Pete fiziologice pe frunzele soiului de orz Palinka 727
Figura 450. Fotografie la lupa binoculară pe frunzele de grâu în timpul înfloritului 727
Figura 451. Pete galbene sau brunificate pe frunzele de grâu cauzate de polenul căzut pe ele în timpul înfloritului şi în condiții de rouă de dimineață 728
Figura 452. Diferența de intensitate a necrozei neparazitare între partea expusă la soare a frunzei de grâu (jos) şi partea neexpusă (sus) 728
Figura 453. Necroze pe partea dorsală a frunzelor de grâu, cauzate de răsucirea frunzelor de soiul de grâu Magnus 728
Figura 454. Daune nepatogene provocate de poluării cu emisii care au provocat ploi acide. Arbore de nuc desfrunzit datorită poluării intense cu amoniac 730
Figura 455. Modele de fitotoxicitate cu erbicide din clasa acetanilidelor la porumb (stânga) şi soia (dreapta) 731

Figura 456. Diversele surse de crom sunt în egală măsură implicate în inducerea stresului oxidativ la plante 732
Figura 457. Fitotoxicitate puternică determinată de necroze în cazul surplusului de cobalt în sol 733
Figura 458. Pierderi de recoltă la unitatea de suprafață/ha pentru diferite plante generate de stresuri abiotice şi biotice 733
Figura 459. Taxol – formulă structurată extrem de complicată aflată într-o specie de tuia pacifică denumită *Taxus brevifolia*, utilizată cu succes în combaterea cancerului 735
Figura 460. *Mesembryanthemum crystallinum L.* – plantă test pentru expresia genetică a toleranței la stresul cauzat de sărăturarea solului 736
Figura 461. Model schematic al unui lanț de semnale în perioada toleranței la stres a plantelor 737
Figura 462. Un model simbiotic al instalării unui sistem de irigație în câmpia de sud 739
Figura 463. O schemă formală a definirii noțiunii de stres la plante şi nu numai 740
Figura 464. Eustresul de toamnă privind apa şi azotul la grâu conduce cel mai adesea la lipsa de stres în primăvara - vara anului viitor 741
Figura 465. Conceptul de eustres şi distres în viziunea lui Beck şi Luttge 742
Figura 466. Modelul fenotipic al şoarecelui de câmp în Câmpia Burnasului – Teleorman 744
Figura 467. Atac masiv la rapiță pe Platoul Burnasului 744
Figura 468. Corelația între I_d (indicele de dăunare) al şoarecelui de câmp şi pierderi de producție la rapiță 745
Figura 469. Efectul numărului de şoareci şi al suprafețelor distruse asupra pierderilor producției de rapiță 746
Figura 470. Atacul asupra şoarecelui de câmp este atât de rapid încât uliul chiar dacă este la peste 100 m înălțime şi şoarecele la numai 1 m de galerie, rămâne fără şansa de a scăpa 748
Figura 471. Proteine PARP. Sunt cele mai mare consumatoare de energie în condiții de stres a plantelor 750
Figura 472. Nivelul PARP poate fi redus prin tehnologii noi şi moderne cunoscute ca „Gene silencing" sau (RNAi) 750
Figura 473. Funcția hiperbolică a pierderilor de producție după calcule efectuate la grâu 754
Figura 474. Funcția hiperbolică Cousens calculată pentru condițiile din România la grâu 755
Figura 475. Atac de pălămidă la porumb provenit din zona necultivată dintre parcele (haturi) 756
Figura 476. Pierderile aduse de pălămidă culturii grâului în sudul şi vestul țării 757
Figura 477. În cultura viței-de-vie de la Valea Călugărească infecția cu pir gros (*Cynodon dactylon*) a ajuns la cifre de peste 270 lăstari/m^2, producând pagube imense producției 758

Figura 478. *Sorghum halepense* concurează puternic grâul ieşit din plantele de vegetaţie provocând pagube de până la 1000 - 1100 kg/ha datorită îngreunării recoltatului.... 758
Figura 479. Dacă alături de grâu apare şi îmburuienarea târzie cu dicotile anuale cu mare forţă de concurenţă precum speciile de *Matricaria*, se produce o adevărată invazie de buruieni care devansează o concurenţă a culturii care nu mai există şi produce pagube care merg până la înjumătăţirea producţiei cu afectarea gravă a cantităţii şi a consumului de energie la recoltat 759
Figura 480. Prin dimensiunile ei importante *Abutilon theophrasti* concurează perfect culturile mici (soia) dar şi pe cele mari 760
Figura 481. Prezentarea statică a pragului de dăunare 761
Figura 482. Pragul de dăunare biologică la porumb în condiţiile concurenţei cu gramineae, cu luarea în consideraţie a acţiunii asupra producţiei a gramineelor şi erbicidelor la cultura porumbului 762
Figura 483. Pragul de dăunare economică, calculat cu luarea în considerare a acţiunii asupra producţiei de porumb a gramineelor şi tratamentului erbicid 763
Figura 484. Pragul de dăunare calculat numai în funcţie de efectul buruienilor asupra producţiei 764
Figura 485. Pierderea de producţie în funcţie de specia de buruieni şi densitatea lor.... 767
Figura 486. Folosirea pragului de dăunare pentru estimarea combaterii buruienilor 768
Figura 487. Pragul de dăunare economică la grâu se situează între fazele de 2 şi 5 frunze, momentul de înfrăţire al culturii de primăvară 768
Figura 488. Surse pentru activitatea alelopatică a legăturilor metabolice secundare elaborate de plantele superioare 769
Figura 489. Formula şi structura chimică a substanţei alelopatice Juglone 770
Figura 490. Nucul negru de pădure, *Juglans nigra*.... 770
Figura 491. Formarea juglonului din glucosili existenţi pe frunzele de nuc şi efectele puternic alelochimice după transformarea lor microbiană 771
Figura 492. Alelopatie.... 772
Figura 493. Schema simplificată a interacţiunilor alelopatice 774
Figura 494. Efectul extrasului apos de *Oxalis corniculata* asupra procentajului de creştere a plantelor tratate.... 777
Figura 495. *Parthenium hysterophorus* este considerată plantă invazivă de carantină în SUA din cauza numărului mare de seminţe 778
Figura 496. Structura chimică a Partheninului.... 779
Figura 497. Fotografie electronică a diferitelor părţi ale frunzei prevăzute cu trichomi care produc Parthenin.... 780
Figura 498. Trichomi de arthemisia, văzuţi la microscop.... 780
Figura 499. Artemisinina 781

Figura 500. Specia *Artemisia annua*, o excelentă plantă din care se extrage artemisina 782
Figura 501. Eficacitatea alelopatică a artemisininei şi derivaţilor ei în inhibarea dezvoltării buruienilor 783
Figura 502. Frunze, umbrire şi flori de *Heracleum Mantegazzianum* 783
Figura 503. Forţa concurenţială a speciei *Heracleum Mantegazzianum* în cultura grâului..... 784
Figura 504. Grave dermatite provocate de fototoxina speciei *Heracleum Mantegazzianum*..... 784
Figura 505. Principalii fitohormoni cunoscuţi 788
Figura 506. Auxinele pot deveni erbicide puternice 789
Figura 507. *Agrobacterium tumefaciens* formează tumori ca urmare a unei supradozări cu auxină şi citochinonă 789
Figura 508. Influenţa extractului în apă de *Cirsium arvense* asupra germinării grâului de toamnă 792
Figura 509. Influenţa extractului în apă de *Asclepsias syriaca* asupra germinării seminţelor de porumb..... 792
Figura 510. Acţiunea extrasului în apă obţinut din *Chelidonium majus* asupra germinării seminţelor de *Solanum nigrum*..... 793
Figura 511. Unele elemente componente ale combaterii integrate a buruienilor ca părţi componente ale Managementului Integrat al Buruienilor (MIB)..... 798
Figura 512. Locul MIPP şi al MIB în contextul dezvoltării durabile..... 800
Figura 513. Fluorescenţa clorofilei măsurată în unităţi PPM pentru *Chenopodium album*, tratate cu un amestec comun de erbicide..... 809
Figura 514. Fluorescenţa clorofilei măsurată în unităţi PPM pentru sfeclă de zahăr, tratate cu un amestec comun de erbicide..... 810
Figura 515. Ciclul de viaţă al buruienilor anuale..... 811
Figura 516. Decizia în algoritmul pentru stropirea în pete 813
Figura 517. Clasificarea buruienilor în raport cu planta de cultură utilizând tehnica analizei digitale..... 814
Figura 518. Hărţi necesare tratamentelor erbicide pentru combaterea buruienilor.... 815
Figura 519. Buruienile din cultura sfeclei determinate prin tehnica analizei foto digitale servesc ca informaţii pentru aplicarea parţială a erbicidelor 816
Figura 520. Dispozitiv dotat cu aparatura necesară numirii buruienilor, separării lor pe clase şi specii, şi lansarea tratamentelor în funcţie de pragul de dăunare fixat..... 817
Figura 521. Dinamica spaţială şi temporală a speciei de *Alopecurus myosuroides* prezentată sub formă de pete într-un asolament de 5 ani 817
Figura 522. Nivelul 3 al tehnicilor de aplicare specific parţială a erbicidelor 818
Figura 523. Aplicarea parţial specifică a erbicidelor folosind nivelul 4 tehnologic..... 819

Figura 524. Ciclul de viaţă al buruienilor 820
Figura 525. Potenţialul de economisire a mijloacelor de protecţia plantelor cu ajutorul unor instalaţii de stropit prevăzute cu duze coordonate şi reglate de senzori cu raze infraroşii 822
Figura 526. Schemă simplificată privind aplicarea bunelor practici de fermă în controlul buruienilor 824
Figura 527. Schemă privind principalele criterii de selecţie a erbicidelor 827
Figura 528. Diferitele specii de *Colletotrichum* pot să arate extrem de diferenţiat pe culturi nutritive speciale în vase Petry 839
Figura 529. Domenii şi regnul dăunătorilor pe ciclul evalutiv 840
Figura 530. Forme de manifestare a oomicetului *Phytophtora infestans* în trei variante posibile 841
Figura 531. Ciclul de viaţă al oomicetului *Phytophtora infestans* 842
Figura 532. Clasificarea simplificată a principalelor boli ale plantelor cauzată de principalii agenţi patogeni cunoscuţi 843
Figura 533. Triunghiul bolilor 844
Figura 534. Patrulaterul bolilor plantelor 845
Figura 535. Stadii ale dezvoltării ciclului bolilor şi ciclul infecţiilor 846
Figura 536. Structura toxinelor din grupa perylenquinone produse de patogeni fungi 846
Figura 537. Modul de acţiune al cercosporinului 847
Figura 538. Infecţie de făinare *Erysiphae graminis* pe frunzele de grâu Dropia 848
Figura 539. Fazele infecţiei cu *Erysiphae graminis* 849
Figura 540. Continuarea patogenezei 850
Figura 541. Relaţiile de nutriţie dintre parazitul ciupercă şi planta de cultură 851
Figura 542. Contaminarea cu micotoxine a boabelor de grâu 855
Figura 543. Atac bacterian de *Erwinia amylovora* la măr 857
Figura 544. Fotografie efectuată la microscopul electronic pentru specia *Erwinia amylovora* 857
Figura 545. Vântul şi picăturile de ploaie aduc bacteria pe frunzele arborilor 858
Figura 546. Acestea pătrund prin stomate în spaţiul intercelular şi are loc declanşarea infecţiei prin înmulţirea bacteriilor în spaţiul intracelular 858
Figura 547. Ciclul bacteriei *Erwinia amylovora* 859
Figura 548. Model de dezvoltare a bolilor plantelor cauzate de bacterii (bacterioze) 860
Figura 549. Secvenţă la microscopul electronic al micoplasmelor plantelor 863
Figura 550. Atac de micoplasme la păr, pom sensibil 863
Figura 551. Fag secular atacat de fitoplasmide în combinaţie cu fungul *Ceratocystis fagocearum* 863
Figura 552. Cultura de orz infectată cu afide care au transmis virusul orzului 865
Figura 553. Atac concertat de afide pe partea posterioară a unei frunze de măr 866
Figura 554. Virusul în benzi mozaicate al grâului (WSMV) 867
Figura 555. Detecţia virusului TSWV 868

Figura 556. Obţinerea butaşilor liberi de viroze şi micoplasmoze 869
Figura 557. Schemă în viziune originală asupra managementului integrat al controlului patogenilor şi bolilor la plantele de cultură 872
Figura 558. Nematozii şi micoriza 874
Figura 559. Generarea unei rezistenţe pentru un spectru larg de boală, utilizând un elicitor şi o genă de rezistenţă 875
Figura 560. Inducerea rezistenţei contra făinării la tinerele plante de viţă de vie cu ajutorul unui elicitor 876
Figura 561. Principiile generale ale mecanismelor implicate în timpul reacţiei de apărare a plantelor 878
Figura 562. Prezentare schematică simplificată a sistemului imunitar al plantei 879
Figura 563. Diversitatea insectelor 886
Figura 564. Intervenţia insectelor în realizarea pierderilor totale pe fluxul cerealelor de la semănatul în câmp şi până la valorificarea nutriţională 888
Figura 565. *Tanymecus dilaticollis* (gărgăriţa porumbului) 900
Figura 566. *Ostrinia nubilaris* (sfredelitorul porumbului) 901
Figura 567. Gărgăriţa butonilor florali ai rapiţei 902
Figura 568. Originea şi răspândirea gândacului din Colorado la nivelul anului 2010 903
Figura 569. Gândacul din Colorado 904
Figura 570. Algoritmul managementului integrat al controlului dăunătorilor 905
Figura 571. Schema mecanismului de acţiune a insecticidelor – modelul IRAC 910
Figura 572. Modul de acţiune şi clasificarea produselor după locul de acţiune 914
Figura 573. Expertiză ca proces de începere al algoritmului deblocării activităţii productive în caz de stres biologic 916
Figura 574. Diagnosticarea hardpanului şi evoluţia solului după scarificare 918
Figura 575. Algoritmul în 5 etape, respectiv 5 ani, al reconstrucţiei solului la Agrovet Farm Alexandria 920
Figura 576. Scarificator prototip cu 10 braţe de lucru la adâncime de 55-60 cm 925
Figura 577. Gruber – tiger în acţiune pentru pregătirea patului germinativ 925
Figura 578. Semănătoare pneumatică cu lăţimea de lucru de 8 respectiv 10 metri 926
Figura 579. Refacerea fluxurilor pe profil 926
Figura 580. Pentru recoltare se folosesc combine de mare productivitate 927
Figura 581. Solul acoperit cu mulci de paie 927
Figura 582. Se acumulează în sol o cantitate mare de materie organică provenită din încorporarea paielor şi a creşterii rădăcinilor 928
Figura 583. Prin introducerea paielor în sol şi a unor composturi bioactivatoare tip Biovin se declanşează o puternică activitate a detritivorelor 928
Figura 584. Structura se reconstruieşte în ritm exponenţial o dată cu creşterea biomului solului 929
Figura 585. Structura devine stabilă atât în plan hidro cât şi mecanic, datorită tranzitării solului prin tubul digestiv al unor râme tot mai mari 929

Figura 586. Micoriza este foarte prezentă pe rădăcinile de grâu dublând capacitatea radiculară 930
Figura 587. Dinamica fixării azotului de către bacteriile asociative, în rizosfera soiului CAPO în soluri ecologizate 930
Figura 588. Dinamica (cumulată) a azotului fixat asociativ în rizosfera soiului CAPO în sol ecologizat 931

Figura 589. Mazărea a adus anual între 84 şi 120 kg N/ha prin fixare biologică a speciei R. japonicum 931
Figura 590. Laborator mobil care intervine prompt pentru reparații curente fără ca maşinile să fie scoase din brazdă 932
Figura 591. După refacerea fluxurilor pe profil, dar mai ales după scarificare, rădăcinile se alungesc în profunzime 933
Figura 592. Îngrăşare cu azot: managementul nitrogenului (nitrogen pur) 935
Figura 593. Starea solului după implementarea cercetării manageriale 936
Figura 594. Mulci şi semănat în mulci cu semănătoarea adaptată 937
Figura 595. Model implementat al unei agriculturi noi moderne, naturale 939

PREFAŢĂ

Deşi la fiecare 3-4 ani cunoştinţele ştiinţifice despre un anumit fenomen, management tehnologic, marketing etc. se înnoiesc la nivelul agriculturii, rămânem tributari, mai ales în România, unui anumit tip de gândire conservativă care, de circa 50 de ani încarcă tehnologiile agricole cu inputuri din ce în ce mai scumpe şi mai performante în spaţiul redus al profitabilităţii, şi din ce în ce mai dificil de controlat în arealele largi ale naturii.

Industrializarea agriculturii a început o dată cu descoperirea legilor nutriţiei plantelor (Boussingault, completat de Liebig), prin care s-a combătut definitiv teoria nutriţiei cu humus a plantelor şi s-a demonstrat că acestea se hrănesc cu elemente nutritive în diverse forme de prezentare. De exemplu, azotul este preluat îndeosebi sub formă de NO^{-}_{3}. Deşi Liebig n-a afirmat niciodată că azotul este necesar a fi luat din fixarea lui industrială, rezultatul legilor sale a fost acela că s-a declanşat cu rapiditate o adevărată dezvoltare a fabricării industriale a îngrăşămintelor de sinteză care au condus la prima „revoluţie verde" şi care a indus, mai ales în ţările dezvoltate, creşteri ale recoltelor de neimaginat până la acel moment.

La început s-a crezut că totul este bine, că problema „creşterii constante a producţiilor" a fost rezolvată. Alături de azot au venit alte inputuri la fel de necesare, pentru că aplicarea excesivă a azotului a condus la înmulţirea şi apariţia unor boli. În aceste condiţii, numărul tratamentelor cu pesticide s-a înmulţit, iar încărcătura de chimicale a depăşit capacitatea ecosistemelor de a le metaboliza şi integra. S-a produs deci ruptura. În Olanda se ajunsese la doze de azot de până la 800 kg/ha s.a., fără ca acest lucru să se regăsească în producţiile agricole. Excesul de azot a poluat rapid apele Europei de Vest, fiind necesar un program special care a început a fi implementat în anii '80 ai secolului trecut şi continuă şi astăzi. Presiunea poluantă asupra mediului şi ecosistemelor agricole a început să descrească. Se poate din nou respira pe malul Rinului şi al Mainz-ului, dar se respiră din ce în ce mai greu pe malul Dâmboviţei.

O dată alcătuite noile politici agricole de către cancelarul Fischer, Uniunea Europeană a reacționat puternic, reducând atât limitele aplicabile de azot la maximum 150 kg/ha (este vorba de azotul de sinteză industrială Haber-Bosch). S-au redus, de asemenea, numărul de molecule omologate pentru protecția plantelor, reținându-se acelea care sunt cele mai prietenoase cu mediul, dar şi cu siguranța alimentară a consumatorului. Cu 150 kg de azot se pot obține maximum 6 t grâu/ha şi paiele ca produs colateral. Prea puțin pentru o agricultură care să producă în mod curent 8-12 t cereale/ha.

1) De la acest conflict şi de la necesitatea de a hrăni mai ieftin şi mai bine, s-a născut şi ideea acestei cărți. A contribuit la decizia mea de a o scrie şi hotărârea unor grupuri de cercetare-dezvoltate de DLG-Germania de a încerca aplicarea în agricultură a unor modele de aport de inputuri existente şi funcționabile în natură. În fond, cine aprovizionează pădurea cu inputuri (cu azot în special)? Ea ne oferă durabil o cantitate de 20-25 t/an biomasa utilă, utilizând numai modele naturale de fixare şi mobilizare, din stâncă uneori, a nutrienților necesari, exact în condițiile dorite şi la momentele potrivite. Extraordinar model! Noi am împrumutat de la natură tot ce pretindem că am creat în laboratoarele noastre de chimie. Am mai pus câte ceva pe catenele lăsate libere de Dumnezeu şi am creat milioanele de preparate chimice, poluante, tocmai pentru că le-am stabilizat prin intervențiile noastre împotriva modelelor naturale de degradare.

Primul obiectiv al acestei cărți este deci de a pune la dispoziția fermierilor modele naturale de substituție a unor inputuri de sinteză. Dacă deasupra fiecărui hectar avem 80.000 t azot nu este nicio pierdere pentru atmosfera noastră, dacă prin diferite modele de fixare biologică (naturală, asociativă şi simbioză) vom aduce în sol măcar o parte din acesta. Şi noi am demonstrat că se poate. În felul acesta bilanțul azotului adus în sol se înclină spre cel natural, folosind cât mai puțin din cel sintetic, cu efect dublu: mai puțini bani scoşi din buzunar de fermieri şi mai puțină poluare. Alte două efecte indirecte se referă la siguranța alimentară a unui cetățean tot mai obosit de stresul alimentar, şi la refacerea unor ecosisteme la fel de obosite şi ele de stresul antropic.

2) Al doilea obiectiv al cărții ar fi acela de a pune pe cititor în situația de a gândi asupra a ceea ce specialiştii futurologi denumesc „Dematerializarea economică a agriculturii şi industriei". Prin dematerializare nu trebuie să înțelegem deloc neutilizarea resurselor ei, ci utilizarea lor de o asemenea manieră încât cu un litru de motorină sau petrol să obținem o valoare economică cât mai mare, sau un efect tehnologic cât mai eficace, pe fondul protecției naturii. Exemplele abundă aici. De pildă, un fermier francez utilizează numai 58 kg sămânță de grâu Premium şi obține o producție de 8000 kg/ha, în

timp ce un fermier român foloseşte 300 kg sământă şi obţine numai 4000 kg/ha. Această diferenţă se regăseşte pe întreg lanţul tehnologic şi ne pune în situaţia să discutăm despre cercetări, ştiinţă, cunoaşterea şi implementarea ei şi în România, dar şi despre gândire, mentalitate şi atitudine. Tot el, francezul, utilizează numai 21,5 euro pentru lucrările solului în vederea semănării grâului, în timp ce noi depăşim uneori 80-100 euro. Practicanţii de asolamente cu plante amelioratoare sau intermediare folosesc cu 20-30% mai puţine pesticide. Exemplele sunt multe. Aceasta pentru a produce ieftin şi bun în condiţii în care resursele se epuizează, este ceea ce dorim, de asemenea, să împărtăşim cititorilor noştri.

3) Modelul inovator al acestei noi gândiri pleacă de la sloganul „Revoluţia verde are nevoie de o nouă înverzire". Nu în ultimul rând, foarte importantă devine şi atitudinea consumatorilor care este necesar să răspundă mereu la întrebarea pe care foarte rar şi-o pun: De ce trebuie să consum 8.000-10.000 de calorii zilnic dacă corpul meu şi activitatea lui au nevoie de 3.000 – 4.000 calorii?

Aceste conflicte dintre risipă şi raţiune, gândire, modelare comportamentală vor ţine trează nu numai cercetarea dar şi politicile statelor, obligate şi ele să gândească mai mult.[*] Deci, noile conflicte sociale din spaţiul mondial, dar şi românesc, ne solicită „schimbarea" care ar trebui să vină şi să consolideze o eventuală ieşire din criză, să consolideze echilibrele politice, sociale şi mai ales naturale.

Modelele de transfer a substituirii inputurilor şi tehnologiilor conservativ-poluante cu cele natural-reconstructive vor conduce spre noua agricultură de mâine. Este noul model al reintensificării producţiei agricole pornind de la intensificarea modelelor naturale în limitele legilor ecologice. Căci oamenii au nevoie de hrană, dar au nevoie şi de aer, apă şi sănătate.

Am fost surprins să aflu chiar de la unii politicieni, cu o anumită pregătire agro-biologică, cum că nu văd rolul biodiversităţii în creşterea producţiei agricole. Nici nu trebuie să-l vadă politicienii. Pentru aceasta s-a inventat cercetarea şi cercetătorii, atât de disprețuiți în România, dar foarte apreciaţi acolo unde pregătirea tehnologiei viitorului este la ea acasă.

---

[*] În momentul corectării acestor rânduri, Preşedintele Băncii Mondiale, dl Robert Zoellick, aruncă în spaţiul public un semnal într-adevăr de alarmă, şi anume: "Impactul creşterii preţurilor la alimente poate fi devastator din punct de vedere politic şi social, cu precădere în Orientul Mijlociu şi Asia Centrală", după care recomandă comunităţilor de state să caute soluţii inteligente pentru creşterea producţiei de alimente şi calmarea furiei preţurilor (20.02.2011 - Reuters).

Voi mulțumi din suflet tuturor colegilor şi cititorilor care după lecturarea acestui material vor fi de acord să-l comenteze în vederea îmbunătățirii viitoarelor ediții.

Autorul

Capitolul 1
TEHNOLOGII ALE AGRICULTURII SECOLULUI XXI

În lumea occidentală, țările cele mai dezvoltate ale lumii au plătit prea puțin pentru metabolismul organismului propriu şi au consumat cu mult mai mult decât ar fi avut nevoie. Necesitățile metabolice ale omului nu pot deloc să-i fie superioare unui alt mamifer de greutatea sa şi care consumă acelaşi număr de calorii. Să zicem că la unii dintre noi activitatea neuronală consumă anumite produse alimentare mai de finețe pentru a crea „produse intelectuale", fireşte mai de calitate, mai rafinate, deşi această afirmație, care îmi aparține în fapt, este oarecum îndoielnică.

Spun că este îndoielnică pentru că acest consum special, realizat de specia umană este de mii de ori mai mare decât al tuturor celorlalte specii din biosferă luate împreună. Dar, dacă în biosferă, până mai acum 3000 de ani, speciile se reglau ca populații după reguli naturale, ecologice, cunoscute şi recunoscute de abia în ultimele decenii, legile sociale alcătuite de oameni conțin în majoritatea lor reguli care au condus şi conduc îndeosebi la epuizarea logaritmică a resurselor în interesul exclusiv al speciei. S-a pierdut din vedere legea de bază a existenței şi anume aceea că însăşi specia lider se trage din natură. Ea, specia umană, s-a extras din natură, şi-a creat habitate speciale, şi-a creat legi speciale în care natura-mamă nu s-a mai regăsit decât în mileniul ultim în care am intrat atunci când pericolul foamei, lipsei de apă şi de oxigen au devenit indicatori la limită ai existenței.

S-a pus de curând problema reducerii consumurilor, s-a pus de câteva decenii, dar numai criza economică de supraconsum neacoperit din perioada 2008 - 2010, una din cele mai profunde din istoria omenirii pe timp de pace, a tras mai cu putere semnalul de alarmă. Odată cu reducerea consumului de produse alimentare şi energie a apărut, pentru prima dată, şi termenul de reducere a consumului de resurse naturale, pentru a aduce omului aceeaşi cantitate de eficiență, de satisfacție.

1.1. DEMATERIALIZAREA CREŞTERII ECONOMICE LA NIVELUL ECOSISTEMELOR NATURALE ŞI AGRICOLE

1.1.1. Definiţie

Pe scurt, dematerializarea economică reprezintă efortul societăţii umane pentru:

– Reducerea cantităţii de inputuri de proveniență naturală sau antropică pentru obţinerea aceloraşi efecte economice sau bunuri absolut necesare.

– Măsuri alternative pentru înlocuirea unor inputuri costisitoare obţinute în marile combinate, mai ales chimice cu produse provenite din natură, folosind modele naturale, de captare şi utilizare a acestora. Ele se încadrează, de regulă, în marile realizări ale biotehnologiilor moderne (vezi figura 1).

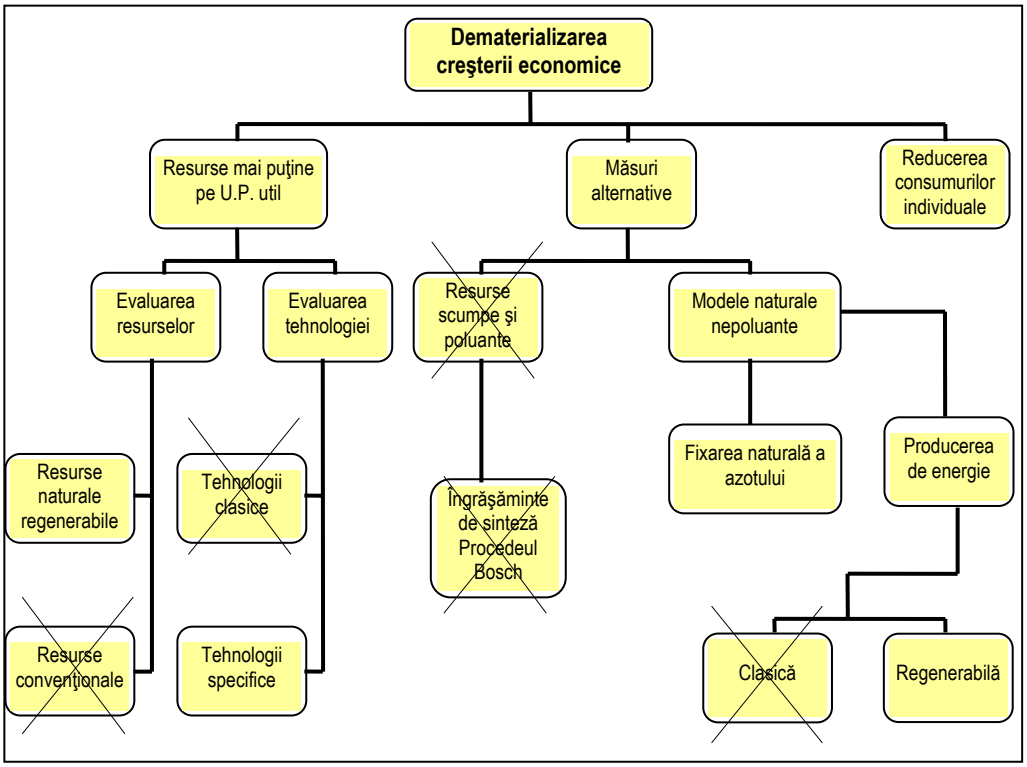


Figura 1. **Măsuri alternative pentru înlocuirea inputurilor scumpe cu altele ieftine** (original)

– Reducerea consumurilor individuale, restructurarea gândirii umane, educația, regândirea noțiunii de civilizație.

1.1.2. Modificarea completă a sistemelor economice şi de consum prin schimbarea sistemului şi circuitului sau circuitelor (figura 2).

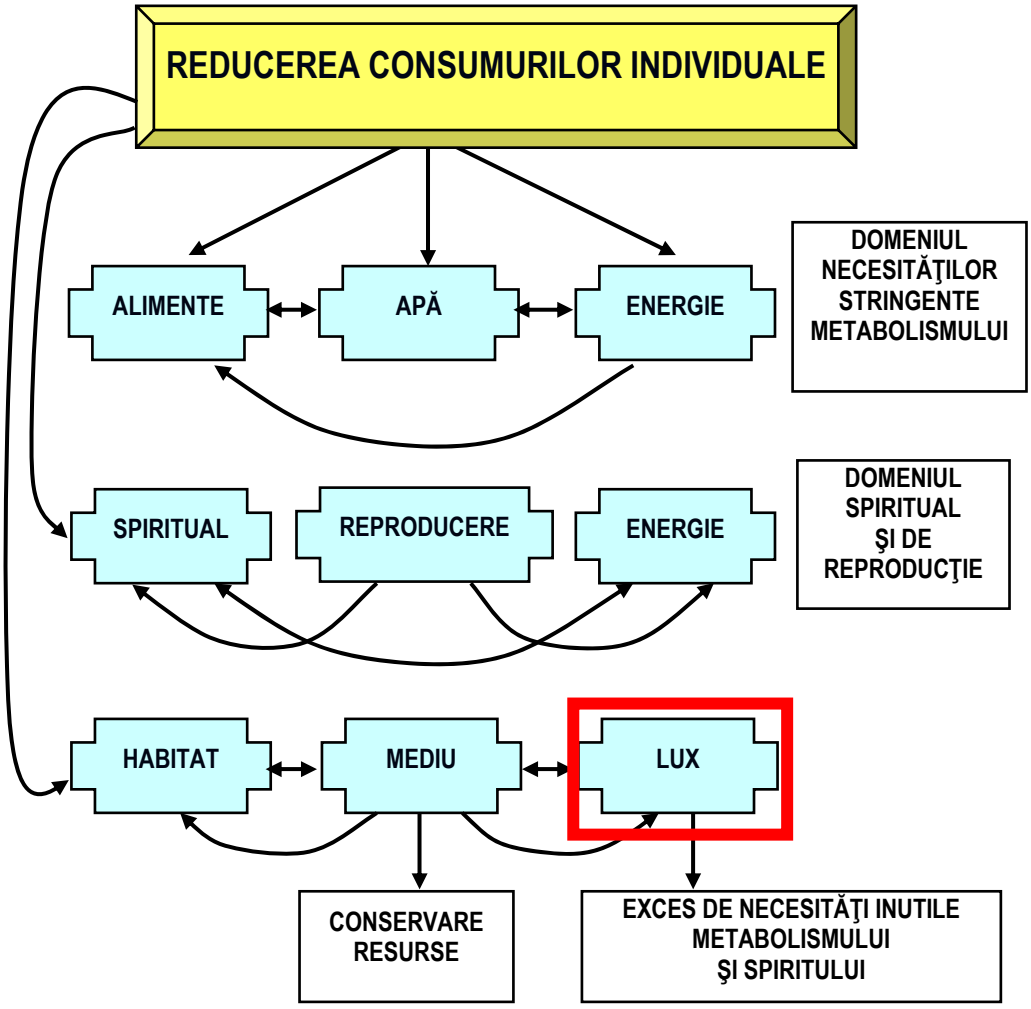


Figura 2. **Un model de reducere a consumurilor individuale** (original)

Dacă se urmăreşte fluxul de producție al unei culturi, atunci acesta poate fi:

Asolament → monocultură →	**Lucrări ale solului →**	**Nutriţia plantelor →**	**Întreţinerea plantelor →**	**Recoltare→**	**Consum**

Costul actual al tehnologiei: aprox. 659 euro/ha.

Fluxuri modificate → costuri astăzi sub 250 euro/ha.
Asemenea tehnologii vor fi prezentate în cartea de faţă.

Pentru a realiza procese semnificative de dematerializare este necesar de la început să ştim de la ce pornim în acest moment.

Precizare:

1. Alimentele se produc în procent de peste 90% din agricultură. Ele au devenit în acest moment periculos de scumpe. S-au creat simultan premize pentru atentate la siguranţa alimentară şi sănătatea oamenilor.

2. Baza funcţionării sistemului agricol este reprezentată de principalele resurse ale acestuia şi de calitatea lor (figura 3).

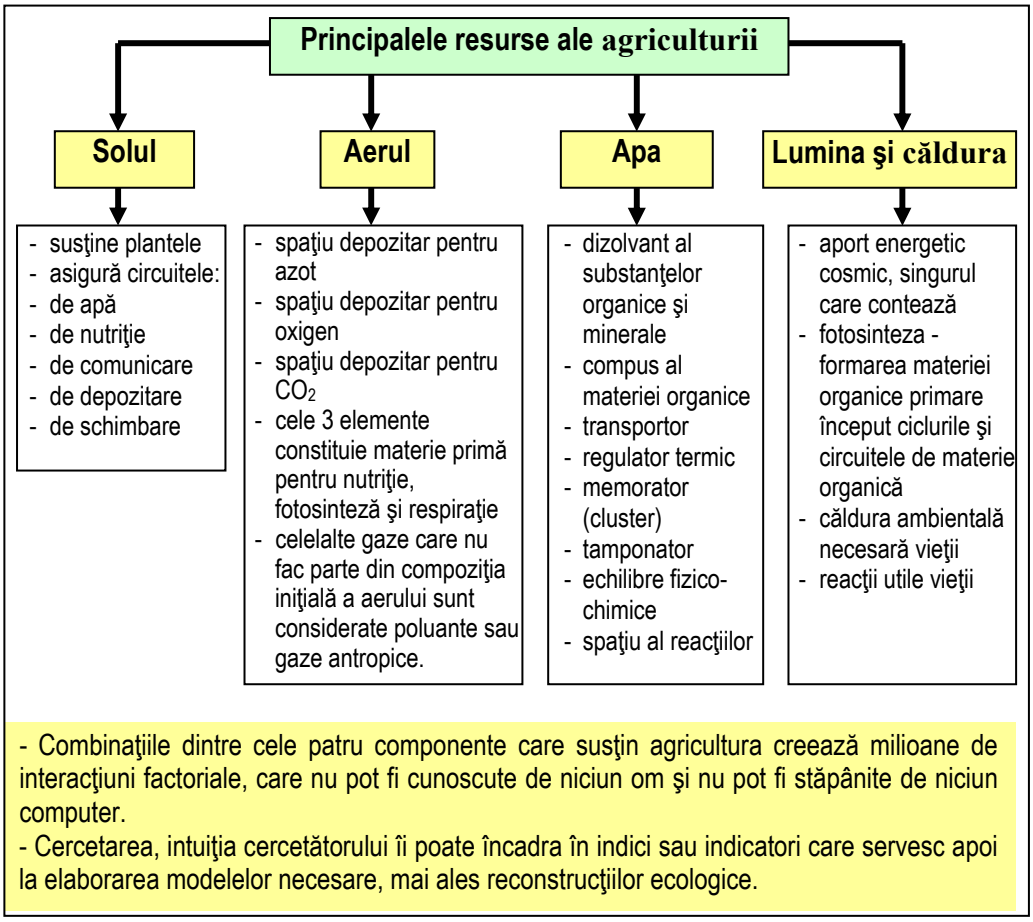


Figura 3. **Principalele resurse naturale care deservesc şi ecosistemele agricole** (original)

Atenţie: Există trei tipuri de fotosinteză care sunt influențate de modificările climatice. În acest punct fiziologia şi agricultura vor conlucra pentru realizarea proceselor de fotosinteză.

Tipuri de fotosinteză	**C3**	pentru majoritatea plantelor
	CH	- CO_2 – este depozitat temporar ca 4 - C acizi organici, ceea ce creează o rată de extragere mult mai înaltă a „C” - are avantaje notabile în zone foarte luminoase şi foarte calde, la cantităţi mai reduse de CO_2 în aer. - specific pentru unele gramineae şi culturi precum porumbul, sorgul, meiul, trestia de zahăr.
	CAM	- stomata rămâne deschisă noaptea - avantaj în zonele aride - plante suculente (cactuşi, euforbii, bromeliade, agave)

În aceste condiţii, modificările climatice vor accentua inecuația dintre tipurile de fotosinteză şi spectrul de culturi, adică:

C3 > C4 > CAM

deoarece:

- creşte cantitatea de CO_2,
- creşte cronic sau acut temperatura,
- descreşte azotul N (raportul C:N se reduce) o dată cu creşterea CO_2 în aer,
- modificări din ce în ce mai mari în regimul şi comportamentul apei.

Asemenea modificări vor favoriza în viitor unele culturi precum grâul, rapița, floarea-soarelui, dar vor defavoriza cultura porumbului, a sorgului. Acest fenomen se observă deja momentan în România, mai ales în condiţii în care irigația nu se aplică.

Modul şi locul în care se pot crea acțiuni ale dematerializării – reducerea consumurilor sau substituția lor este prezentat în figura 4.

Analiza fluxurilor tehnologice ne conduce la locația costurilor ridicate (figura 4). Precizăm că în relația cu plantele, solul joacă rolul cel mai important şi lui i se va acorda o importanță foarte mare în această lucrare.

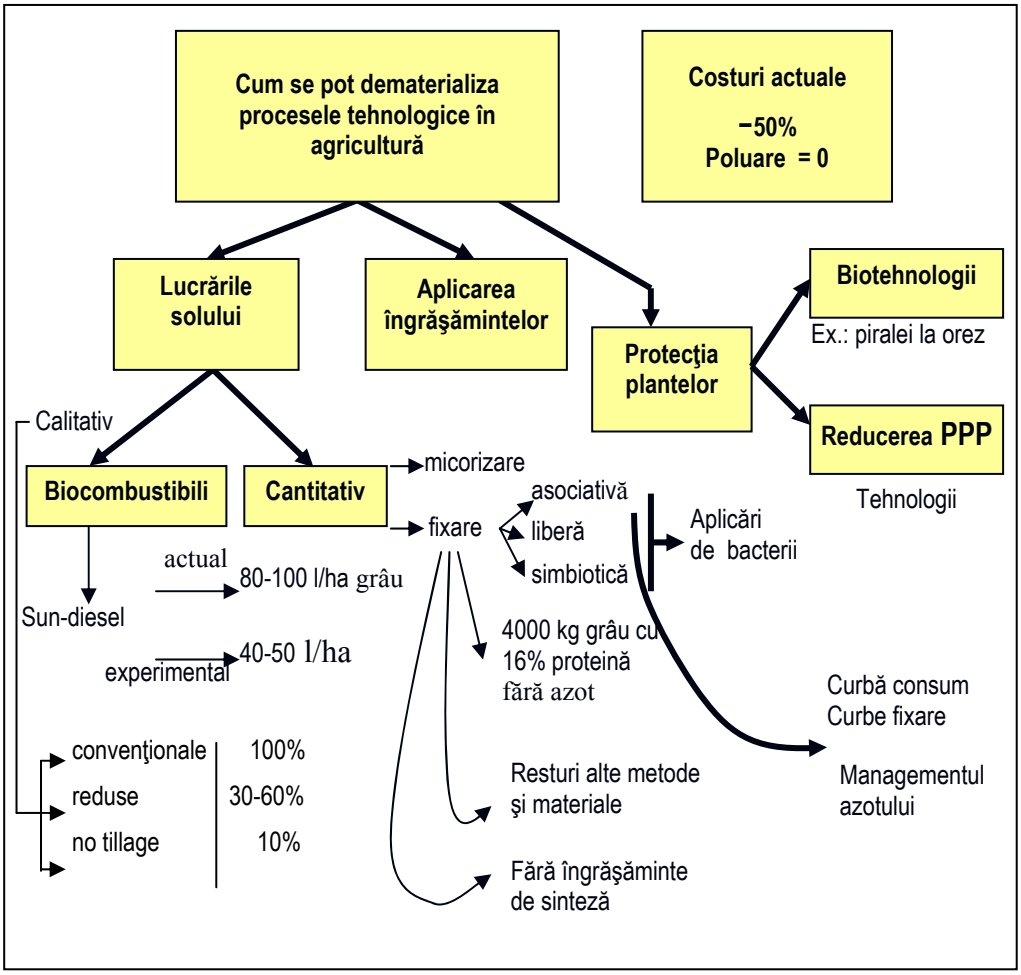
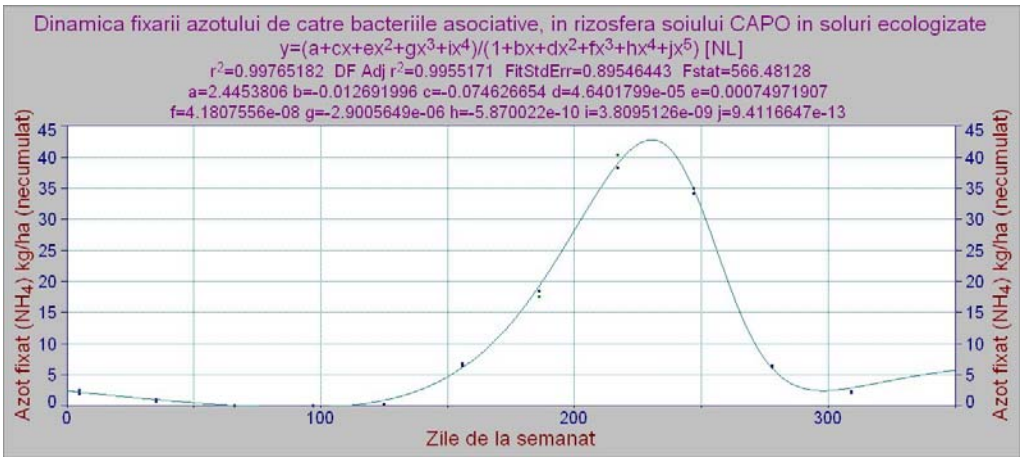
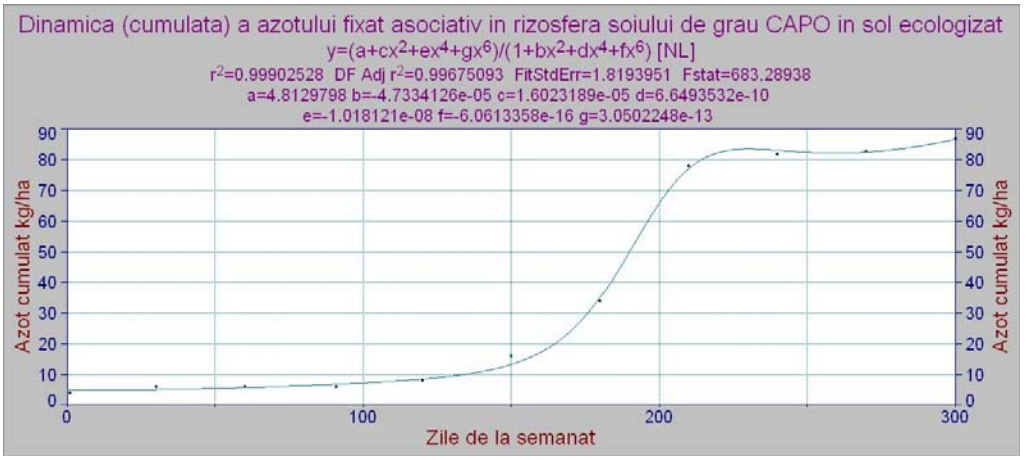


Figura 4. **Locaţii şi modele de dematerializare economică în agricultură** (original)



a – dinamică



b – cumulat

Figura 5. **Modul de fixare asociativă a azotului în rizosfera culturii grâului, în condiţii de reconstrucţie ecologică, utilizând bacteria *Azospirillium brasiliense*** (original)

Problemele ridicate de cercetarea europeană (conferinţele DLG din 2008-2011, de fiecare dată în ianuarie, Ragamm, 2009) arată o pierdere a stării de fertilitate a solului datorită:

– arderii humusului, generată de lucrarea excesivă cu plugul şi aplicarea unor doze supradimensionate de azot în aşa-numita perioadă a revoluţiei verzi (Ragamm, 2009);

– blocajelor efectuate de hardpan, tot datorită lucrărilor la aceeaşi adâncime cu plugul, refacerea este în detaliu prezentată în lucrare (Berca M., 2009);

– fenomenului de eroziune generat de lăsarea solului descoperit, mai ales pe pante, a defrişărilor şi deforestierilor pe spaţii mai mari. În România deosebit de periculoase au devenit tăierile perdelelor de protecţie la câmpie, a tăierii pădurilor pe pantele din zona dealurilor şi subcarpaţilor, desţelenirea a sute de mii de hectare acoperite cu pajişti precum şi distrugerea a sute de mii de hectare de pomi şi viţă-de-vie pe terasele de pe pante. Abandonul activităţii inteligenţei simple în agricultură, dublată de neglijenţa politică este cauza dezastrului agriculturii româneşti la sfârşitul primului deceniu al mileniului 3.

1.2. SOLUL ŞI NECESARUL DE ECOLOGIZARE (TRANSFORMARE)

Solul a devenit încet, dar sigur, factorul principal de perturbare a tehnologiilor agricole moderne printr-o reacţie firească lui, faţă de proastele tratamente pe care acesta le-a primit de la inovarea plugului şi până în prezent. Solurile actuale pe mari întinderi ale planetei sunt cu totul altele decât cele originale lăsate pământenilor spre înţeleaptă folosire de către mama natură şi bunul Dumnezeu. De aceea, cuvântul de ordine acum, în prag de colaps planetar, este acela al reconstrucţiei ecologice a solurilor, care pentru cele 5 milioane ha de soluri arabile din România începe cu schimbarea atitudinii faţă de lucrările solului, despre care scriem puţin mai departe.

Solurile au devenit deci neecologice, degradate, bolnave. Iar într-un sol neecologic care presupune, în fond, un sol aflat „în comă", viaţa lui biologică a început să dispară. În loc de 30 t fiinţe vii pentru fiecare hectar, de abia mai respiră 3,0 t/ha, structura este distrusă. Scheletul mineral domină abundent biosul. Un sol ecologic sau ecologizat este un sol viu, cu o viaţă extrem de activă, cu o rezervă imensă de apă, aer şi elemente nutritive, în care plantele se simt bine şi fără aportul inputurilor antropice de sinteză. Un sol ecologizat reprezintă perfecţiunea naturii, mirosul de pâine sănătoasă şi de aer curat – reprezintă durabilitatea vieţii pe pământ.

În figura 6 se prezintă, în paralel, un sol activ ecologizat (stânga), atât în sistem antropic cât şi natural, şi unul degradat, de asemenea antropic şi natural, care de la suprafaţă spre adâncime prezintă aceeaşi imagine tristă a lipsei de viaţă pe care nu ne-o dorim deloc pentru solurile noastre.

Între cele două stări ale solului mai sus prezentate există o serie de situaţii intermediare. Ele au fost bonitate de noi, sub forma unor indici de

ecologizare ai solului, pe care îi găsiți prezentați în lucrare şi care au stat la baza construirii modelelor de producție în funcție de umiditate şi starea ecologică a solului, considerând – cel puțin pentru o zonă limitată – că celelalte resurse despre care am vorbit în figura 3 rămân constante (aerul + lumina/căldura).

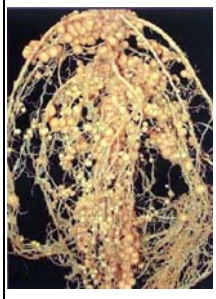
	Ecologizat	**Aridizat**
Antropic		
Natural		
Solul şi subsolul		

Figura 6. **Imaginea de la suprafaţă spre profunzime a unui sol ecologizat** – stânga **şi a unuia aridizat** – dreapta (original)

Starea ecologică a solului poate fi influențată negativ de fiecare verigă a lanțurilor tehnologice prezentate mai sus şi de acest lucru este obligatoriu a se ține seama în procesul dematerializării şi ecologizării solului şi arealelor. Pentru aceasta este necesar ca ținând cont de rezultatele ştiințifice să reluăm algoritmul tehnologiei şi să vedem ce se întâmplă dacă nu respectăm legile biologiei şi ecologiei.

Din paşii 1 şi 2 ai algoritmului am reținut că, prima verigă, asolamentul aplicat ştiinţific poate reduce cu 20-40% costurile de producţie ale fermei, bazate întocmai pe substituirea unor inputuri şi că împreună cu pasul 2 (lucrările solului) se realizează, pe fond, tranziția de la sol neecologic la sol ecologic.

În acest sens, în lucrare este prezentat algoritmul de detaliu al acestei tranziții de la lucrări convenționale la cele protectoare şi apoi la non-tillage sau semănat direct în mirişte. Perioada de ecologizare poate dura 3-7 ani, în funcție de gradul de degradare al solului şi mai ales în funcție de textura lui. Orice intervenție asupra solului are obligația că respecte următoarea regulă:

Începând cu alegerea structurii culturilor, a asolamentului, a lucrărilor solului, a sistemului de nutriție, a sistemului de întreținere şi a recoltatului, este absolut necesar ca prin fiecare dintre ele să se facă un pas, oricât de mic, în direcția revenirii solului spre modelul lui natural, modelul de pornire în momentul intrării lui în gestiunea omului.

În absența unui sol ecologizat pot fi infectate cu boli o serie întreagă de alte culturi mono şi dicotiledoante, cum ar fi: mazărea, soia, fasolea, porumbul, sfecla de zahăr etc. Modificarea florei, care să distrugă parazitul fungic *Ophiobolus graminis*, poate să apară prin simpla prezență a noilor plante premergătoare, sau poate fi adusă prin activări biologice specifice prezente în produse specializate (Biovin sau Bactofil) sau în composturi bine elaborate. Una din bacteriile care poate distruge fungul respectiv este *Pseudomonas fluorescens* (Bactofil).

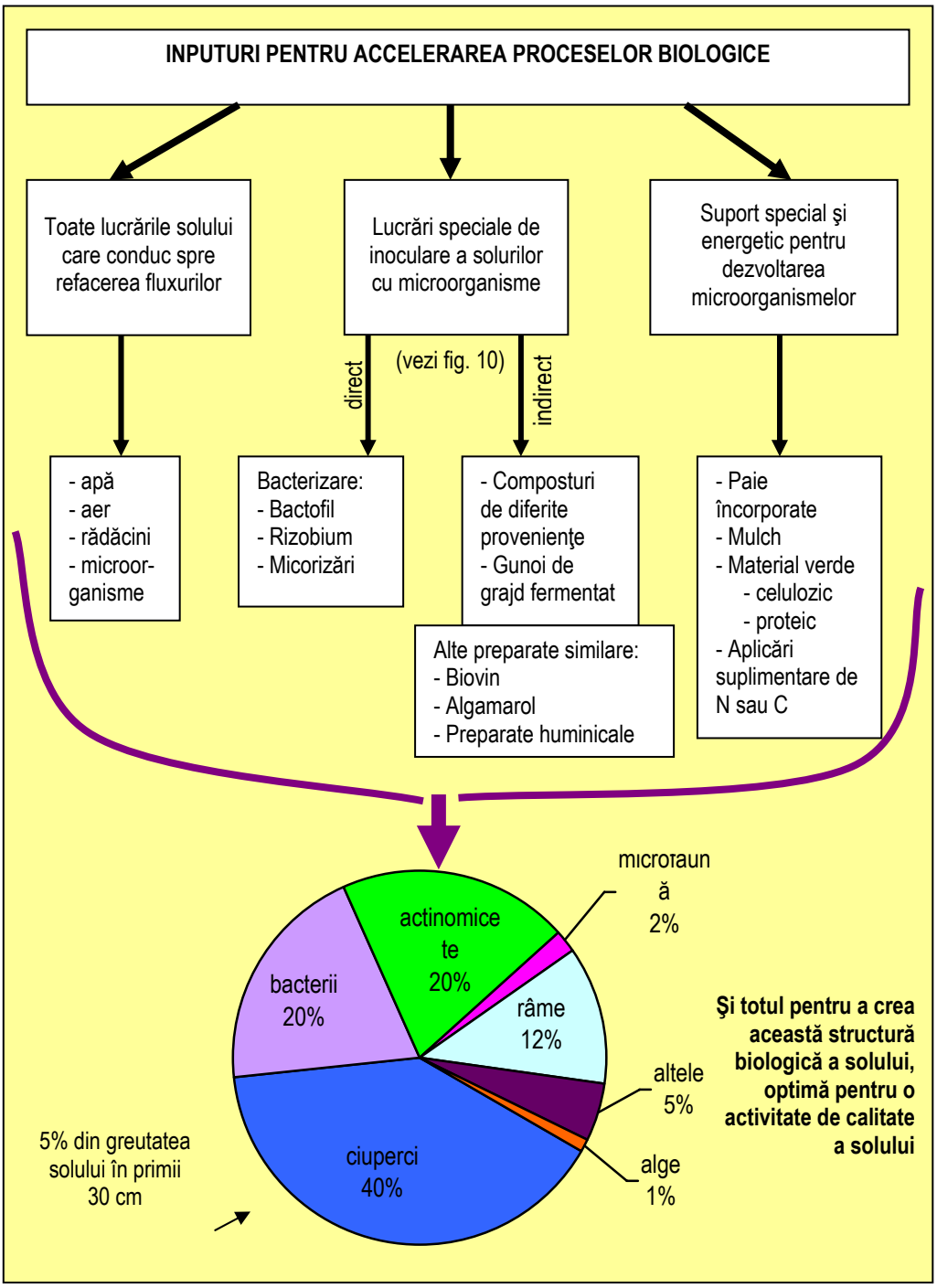


Figura 7. **Inputuri pentru accelerarea proceselor biologice** (original)

1.3. ALGORITMUL REFACERII ECOLOGICE. PAŞII CARE TREBUIESC FĂCUŢI ÎN ECOLOGIZAREA SOLURILOR ŞI DEZVOLTAREA AGRICULTURII ALTERNATIVE

1.3.1. Neapărat trebuie gândit un asolament pe baza datelor cercetării ştiinţifice

CERINȚE

- **Contribuie la echilibrarea activității solului din toate punctele de vedere (vezi şi figura 3).**
- **Reduce cu 40-50% necesarul de pesticide datorită reducerii presiunilor de infecție cu boli, dăunători şi buruieni (vezi figura 8).**
- **În funcție de tipul de asolament se reduc cu 30-50% cantitățile de azot necesare culturilor şi cu 20-40% pe cele de fosfor şi potasiu. Datorită favorizării fixărilor biologice (liberă, asociativă, simbiotică) cele mai potrivite asolamente sunt cele care includ cel puțin 20% din suprafață cu plante leguminoase. (Plantele leguminoase mai sunt denumite şi plante amelioratoare de sistem).**
- **Utilizarea asolamentelor cu solă săritoare (lucernă, trifoi) măreşte cu încă cel puțin 10% productivitatea fermei.**
- **Folosirea plantelor intermediare (borceaguri, măzăriche, mazăre), cu sau fără încorporarea de toamnă, aduce suplimentar o valoare adăugată asolamentului cu 8%.**

Folosirea unui asolament de 4-5 ani reduce cu 20-40% costurile de producție ale fermei. Aspectul acesta este foarte important în condiții de criză financiară şi de competitivitate la nivel global (vezi şi prețurile inputurilor), dar şi prețurile globale ale alimentelor la nivelul anului 2011.

monocultura 3 ani

se dezvoltă exponenţial atacul

Ophiobolus graminis
În absenţa plantei gazdă, adică a grâului, ciuperca parazită este descompusă saprofit de bacterii, cu condiţia unei bune activităţi microbiologice a solului

Sol ecologizat Culturi

Sol inactiv biologic compact şi neaerisit

Concluzie:
Monocultura de grâu favorizează parazitul *Ophiobolus graminis* care este distrus de bacterii dacă solul are activitate microbiologică. Dacă nu are, parazitul devine polifag.

mazăre bolnavă

Rădăcini sănătoase de grâu, inclusiv micorizate

În sol neecologizat culturile postmergătoare se îmbolnăvesc

Mazărea în sol ecologizat are rădăcini sănătoase după grâu

Figura 8. **Schemă privind comportamentul în sol al ciupercii *Ophiobolus graminis*, în funcţie de activitatea biologică a solului şi de persistenţa monoculturii la grâu**
(Prelucrare originală)

Asolamentul este necesar a fi văzut ca o variantă de substituție a unor inputuri. Cercetările noastre arată că introducerea unor plante amelioratoare precum mazărea, în asolamente largi, într-o participare de 20% (cinci plante) poate substitui 130 kg N (prin fixare simbiotică), care altminteri ar trebui aplicat din comerț cu costuri de cel puțin 1250-1500 euro/t s.a., la care se adaugă costurile de depoluare. Aceasta înseamnă că mazărea ne lasă în sol aproape 200 euro, contravaloarea nutriției cu azot pentru o producție de 5,4-5,5 t grâu, inclusiv paiele.

1.3.2. Lucrările solului

Avem deci un argument de o mare importanță pentru aducerea solului într-o stare ecologică normală.

Cercetările moderne demonstrează faptul că solurile sunt cu atât mai eficiente pentru cultura plantelor cu cât ele lasă solul într-o stare cât mai apropiată de cea naturală. Solurile naturale, prezente mai ales sub vegetație naturală de ierburi şi leguminoase, se caracterizează prin:

– bună arhitectură a solului (structură optimă de tip granular);

– recepție excelentă a apei şi transmitere în profunzime a acesteia pentru înmagazinare pe profil şi filtrare spre pânza freatică;

– se evită astfel fenomenele de eroziune;

– întreaga activitate biologică a solului se desfăşoară în parametrii optimi (vezi şi figura 9).

Sunt prezente ciupercile (40% din volumul microorganismelor), inclusiv sub formă de micoriză, ceea ce garantează o foarte bună dezvoltare a plantelor şi conservarea solului.

Sunt prezente bacteriile (20%) din greutate, inclusiv a celor fixatoare de azot, care aduc în sol o cantitate importantă de azot, substituind în felul acesta pe cel de sinteză.

Cantitățile de azot fixate pot fi următoarele:

– fixare liberă = 10-30 kg/ha;

– fixare asociativă = 70-90 kg/ha;

– fixare simbiotică = 60-300 kg/ha, în funcție de tipul de bacterie, respectiv de plantă gazdă.

În figurile (diagramele) 7 şi 8 sunt prezentate avantajele micorizei şi micorizării, iar în figura 10 sunt prezentate avantajele inducerii în sol a unor bacterii, în cazul în care acestea lipsesc.

Figura 9. **Solul - organism viu**

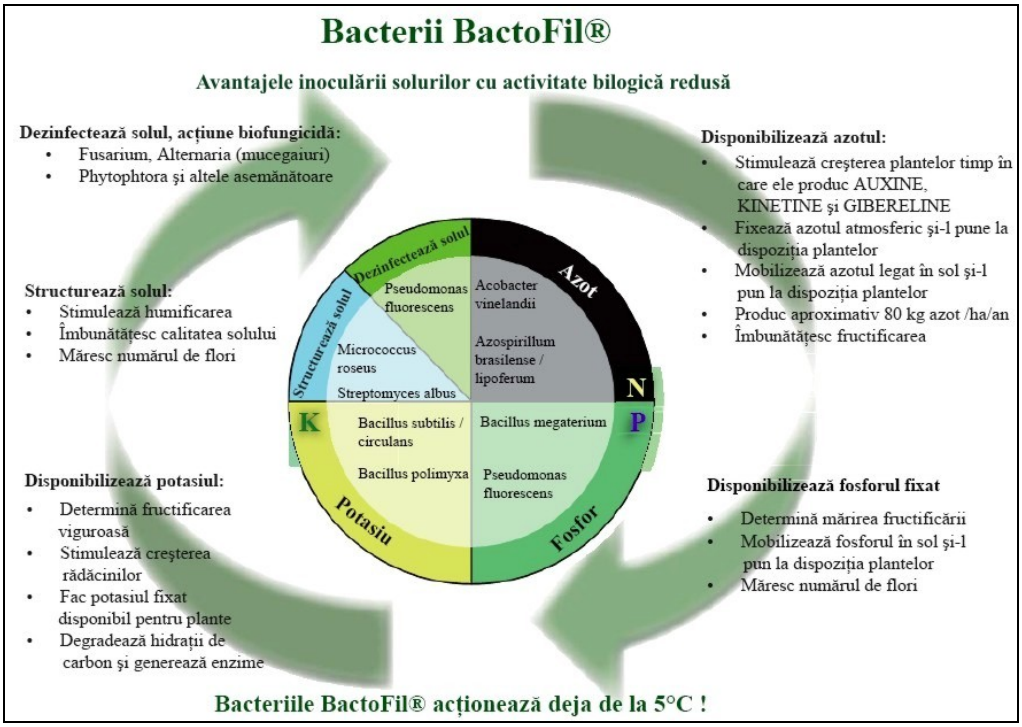


Figura 10. **Bacterii BactoFil** (preluat după prospectul produsului)

Una din funcţiile importante ale lucrărilor solului este aceea de a contribui la refacerea fluxurilor de apă şi materii nutritive, inclusiv a microorganismelor şi rădăcinilor către profunzime, în situaţia în care solul în cauză este afectat de grave fenomene de tasare, de distrugere a structurii la suprafaţă, sau de formare a hardpanului (vezi figura 11).

Din cauza lucrărilor de arat, efectuate în sectorul micilor producători la adâncimi constante de 15-20 cm, talpa plugului s-a format începând cu această adâncime. Fermele mai mari de până la 4.000 ha (1.000-4.000 ha) au făcut arături mai adânci de până la 25 cm, de data aceasta talpa plugului se formează începând cu această adâncime.

În ultimii 30 de ani nu s-au mai efectuat lucrări de subsolaj în agricultura României, din care cauză terenul s-a tasat pe adâncimea de 30-45 cm, existând un strat a cărui compactitate se află între 30 şi 50 kg/cm^2, complet impermeabil pentru apă şi rădăcini. Prin urmare, pe adâncimea de 35 cm se desfăşoară întreaga activitate a solului, zona din profunzime fiind practic sterilă. Acolo nu pătrund nici rădăcini, şi nu există nici activitate biologică. Indicatorul principal al ecologizării solului – râma – lipseşte cu desăvârşire.

Figura 11. **Secvenţă de sol din stratul tasat datorită hardpanului**

Există însă soluții: Distrugerea tălpii plugului prin subsolare la cel puțin 55–60 cm este obligatorie în Câmpia Burnasului şi oriunde conținutul de argilă este mai mare de 35%, pentru refacerea echilibrului apă–aer din sol. Dacă acest lucru se face corect, apa pătrunde în profunzime, iar rădăcinile plantelor vor face acelaşi lucru (figurile 12 şi 13).

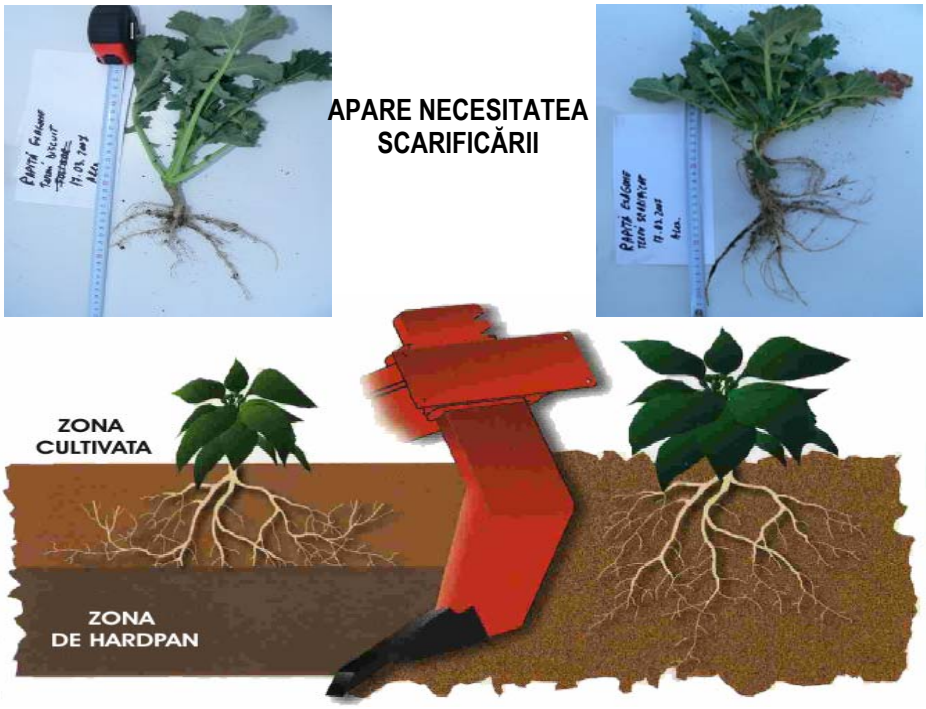
la umiditate optimă 75% CA

Scarificator 10 brazde

Tiger(gruber)

Sol pentru semănat

Figura 12. **Setul de lucrări necesar refacerii fluxurilor pe soluri tasate de la Alexandria** (original)



a

b

Figura 13. **Scarificarea cu scarificator special – soluţie singulară în începerea refacerii fluxurilor imediat după scarificare, rădăcinile pătrund în adâncime, iar celelalte lucrări de pregătire a patului germinativ se efectuează cu consum redus de energie**
(foto şi procesare autor)

Notă: Aparatura de scarificat solul lucrează până la 55-60 cm cu dislocarea buruienilor şi a altor resturi organice, tăiere verticală a solului şi orizontală a buruienilor la adâncimea programată. De regulă însă, masa principală a rădăcinilor buruienilor se află în stratul de 5-15 cm.

Figura 14. **Formarea fisurilor în monoliţii din talpa plugului şi recrearea fluxurilor pe verticală pentru apă, aer, microorganisme şi rădăcini** (foto autor)

Prin subsolare profundă, blocurile masive de sol dur vor fi ridate şi fisurate, deschizând în profunzime căi de pătrundere a apei, rădăcinilor şi a altor forme de viață. Se reface vitalitatea solului. În imaginile următoare se prezintă un sol structurat şi unul nestructurat. Structurarea s-a efectuat prin metode speciale de ecologizare a solului (figurile 14, 15, 16, 17).

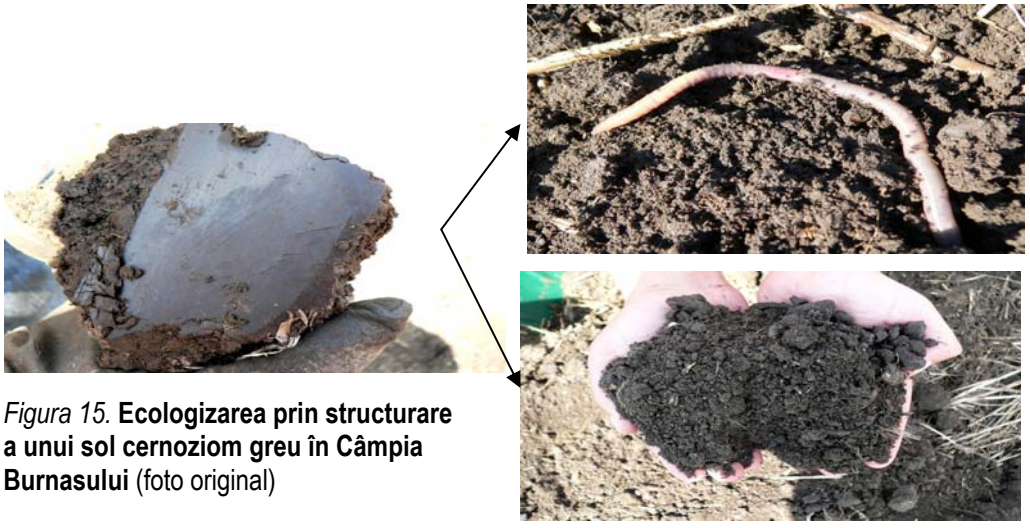


Figura 15. **Ecologizarea prin structurare a unui sol cernoziom greu în Câmpia Burnasului** (foto original)

Transformarea solului este evidentă şi pe fotografiile de mai jos:

foarte tasat > 50 kgf/cm

a. Sol înainte de scarificare

Se creează fisuri şi se reface fluxul spre adâncime prin scarificare

b. Sol după scarificare

c. Sol structurat

Figura 16. **Dezvoltarea plantelor este extrem de diferită pe cele două tipuri de sol (netransformat şi transformat)** (original)

Anul 2007 a fost foarte secetos, aşa încât plantele au supravieţuit şi produs mai mult pe rezerva de apă acumulată în toamnă. Acest lucru a fost posibil în solul ecologizat, dar imposibil în cel neecologizat (figura 14).

Rădăcini de grâu sol neecologizat

Rădăcini de grâu sol ecologizat

Acelaşi lucru putem spune şi despre culturi,

Culturi sol neecologizat

Culturi sol ecologizat

iar producţiile vor reflecta efortul de ecologizare:

Figura 17. **Comportamentul unor soiuri de grâu Premium în condiţiile extrem de secetoase ale anului 2007, în condiţii de sol ecologizat comparativ cu cel neecologizat** (montaj autor)

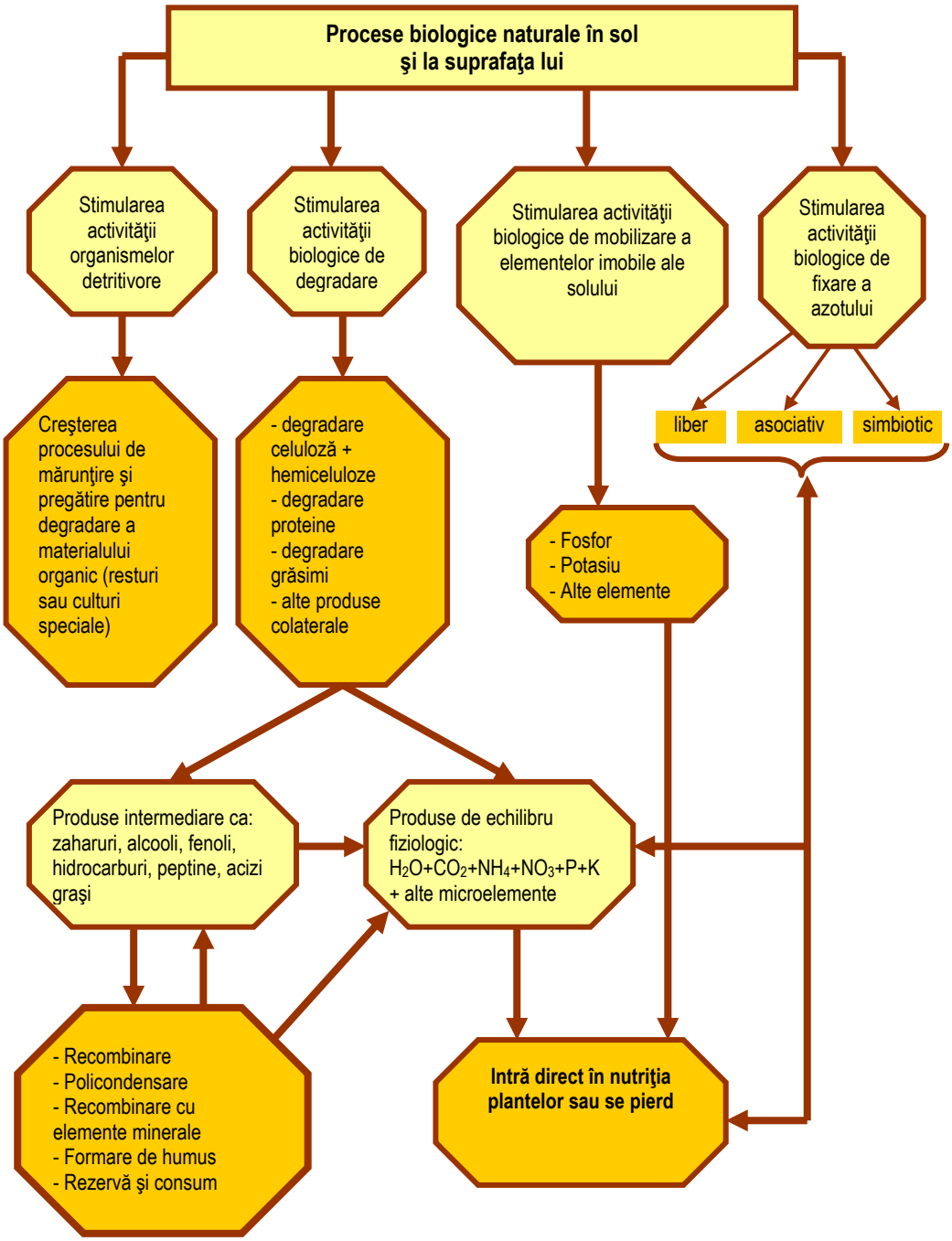


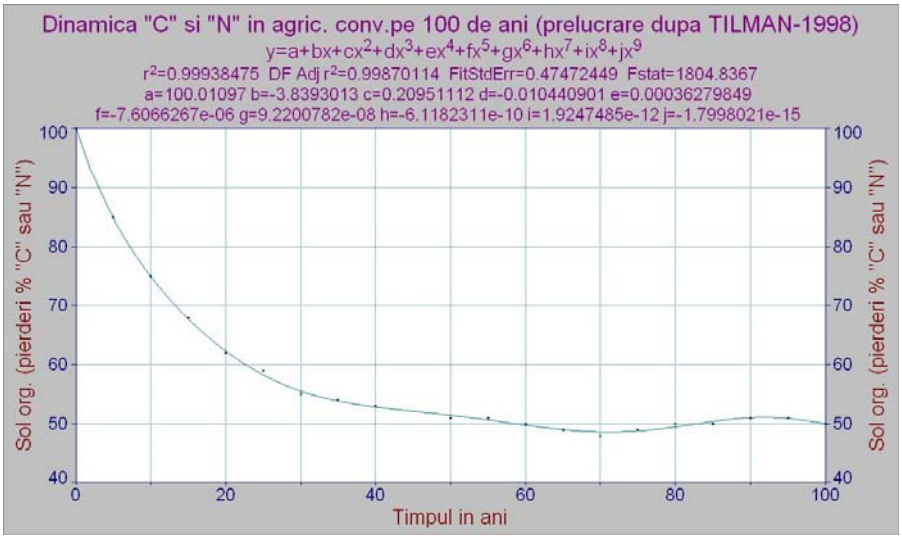
Figura 18. **Accelerarea Proceselor Biologice Naturale în solurile ecologizate sau în curs de ecologizare**

1.3.3. Continuarea procesului de ecologizare şi stabilizarea durabilă a reconstrucţiei ecologice

Solul poate să dețină, prin asolamente moderne şi lucrările solului, capacitatea de a comunica pe verticală. Şi, cu toate acestea, mai ales pe solurile sărace în humus, exploatate nemilos, în care humusul şi microorganismele aproape au dispărut, sunt necesare unele practici care să conducă la refacerea stării vitale a acestuia. Este imperios necesar ca solul să redevină un organism viu, care să poată să-şi îndeplinească toate funcțiile promovate în figura 3. Practic acest lucru este posibil şi pentru aceasta am alcătuit diagrama din figura 18.

Scopul acestui demers este acela de a aduce în sol o cantitate cât mai mare de materie organică, sub formă de resturi organice (paie, tulpini de rapiță şi floarea-soarelui, tulpini de porumb bine mărunțite, resturi de buruieni etc.). O dată introdusă în sol materia organică ar putea să nu fie complet degradată dacă nu sunt acolo şi organismele respectiv microorganismele, care să-şi facă treaba.

Absolut toate acțiunile care conduc la degradarea materiei organice (detritivorele): descompunerea (ciuperci şi bacterii) – mobilizarea elementelor nutritive (bacterii + actinomicete), fixarea azotului (bacterii + actinomicete) este necesar a fi activate. Activarea înseamnă în egală măsură reintroducerea în sol a unei mari cantități de carbon.



Sursa: Procesare proprie după datele lui Tilman.

Figura 19. **Dinamica „C" şi „N" în agricultura convențională pe 100 de ani** (prelucrare după Tilman, 1998)

Cercetările efectuate de Tilman şi prezentate prin prelucrare proprie în figura 19 demonstrează că prin folosirea unei agriculturi convenționale timp de 50 de ani, cantitatea de substanță organică a solului a scăzut de la 100% la 50%, şi a rămas relativ constantă timp de alți 50 de ani (100 de ani în total).

Intervenind cu elemente de agricultură alternativă, cum ar fi gunoi de grajd, asolament şi lucrări de conservare a solului – în ultimii 50 de ani constatăm următoarele:

a) Gunoiul de grajd aplicat în doza de 20 t/ha/an a refăcut complet materia organică a solului (110%).

b) Asolamentul format din 4 culturi îmbunătățeşte cu până la 30% conținutul materiei organice din sol (figura 20).

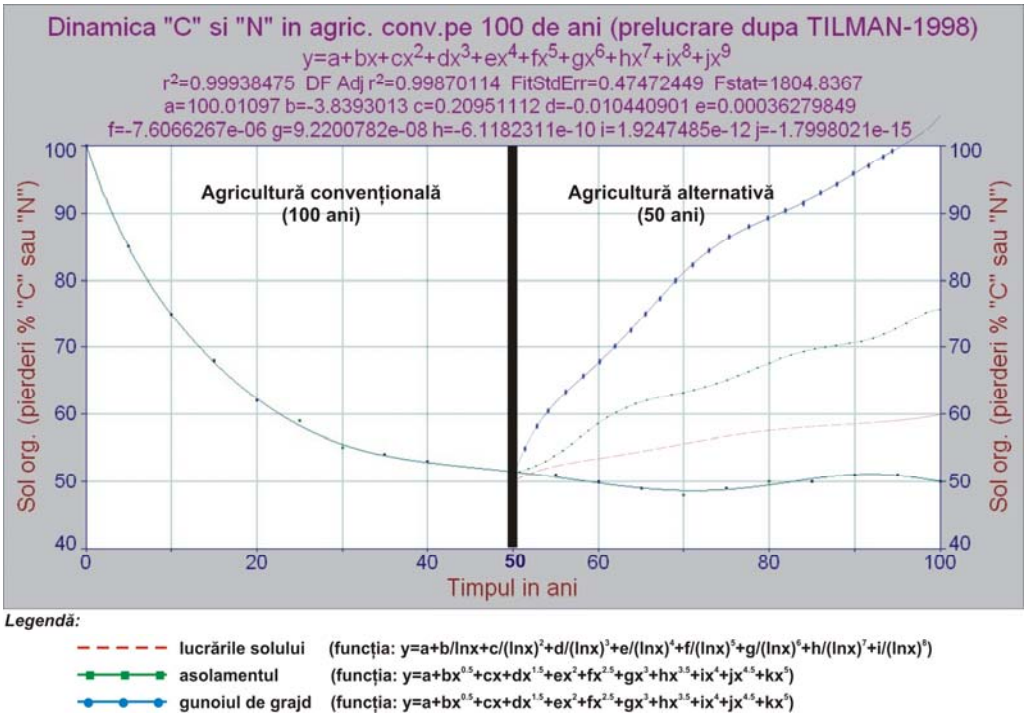


Figura 20. **Dinamica „C" şi „N" în agricultura convenţională pe 100 de ani. Reconstrucţia solului utilizând gunoi de grajd, asolamente şi lucrări specifice ale solului**
(Prelucrare după Tilman – 1998)

c) Prin îmbunătățirea lucrărilor solului s-a câştigat 10% la stocul de materie organică din sol. Nu s-au folosit însă cele mai moderne sisteme de lucrare a solului apărute doar de curând în peisajul tehnologic al agriculturii mondiale.

Cercetările noastre efectuate pe solurile de la Alexandria (Câmpia Burnasului) arată că prin introducerea în asolament a mazării (circa 20%), în condițiile solului deja ecologizat, se pot obține până la 130 kg azot după o dinamică ce se suprapune peste consumul plantelor (figura 21). Dacă bacteriile simbiotice lipsesc din sol este necesară aplicarea preparatelor bacteriene atât la mazăre, cât mai ales la soia. În felul acesta pe de o parte se obțin producții mai mari, iar pe de altă parte se reține în sol o cantitate mai mare de azot alternativ din atmosferă.

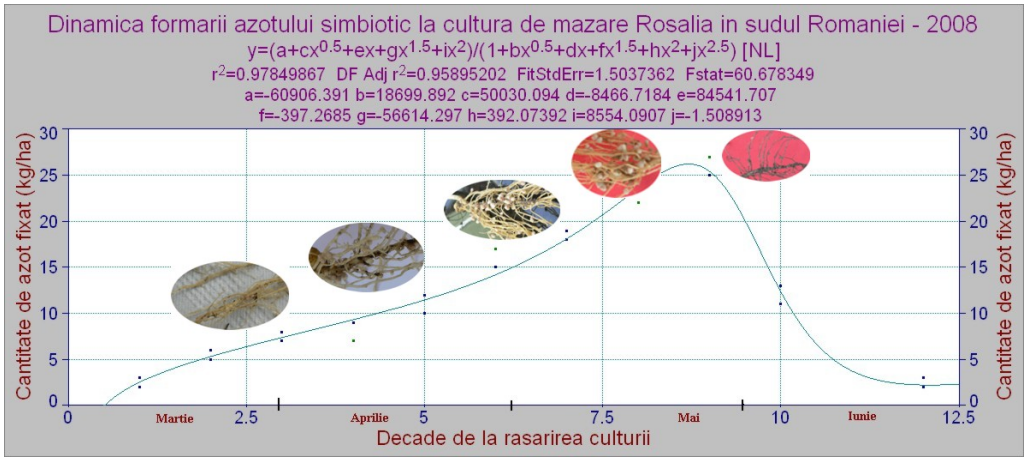


Figura 21a. **Dinamica formării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României – 2008**

Figura 21b. **Dinamica acumulării azotului format simbiotic la mazăre Rosalia în sudul României – 2008**

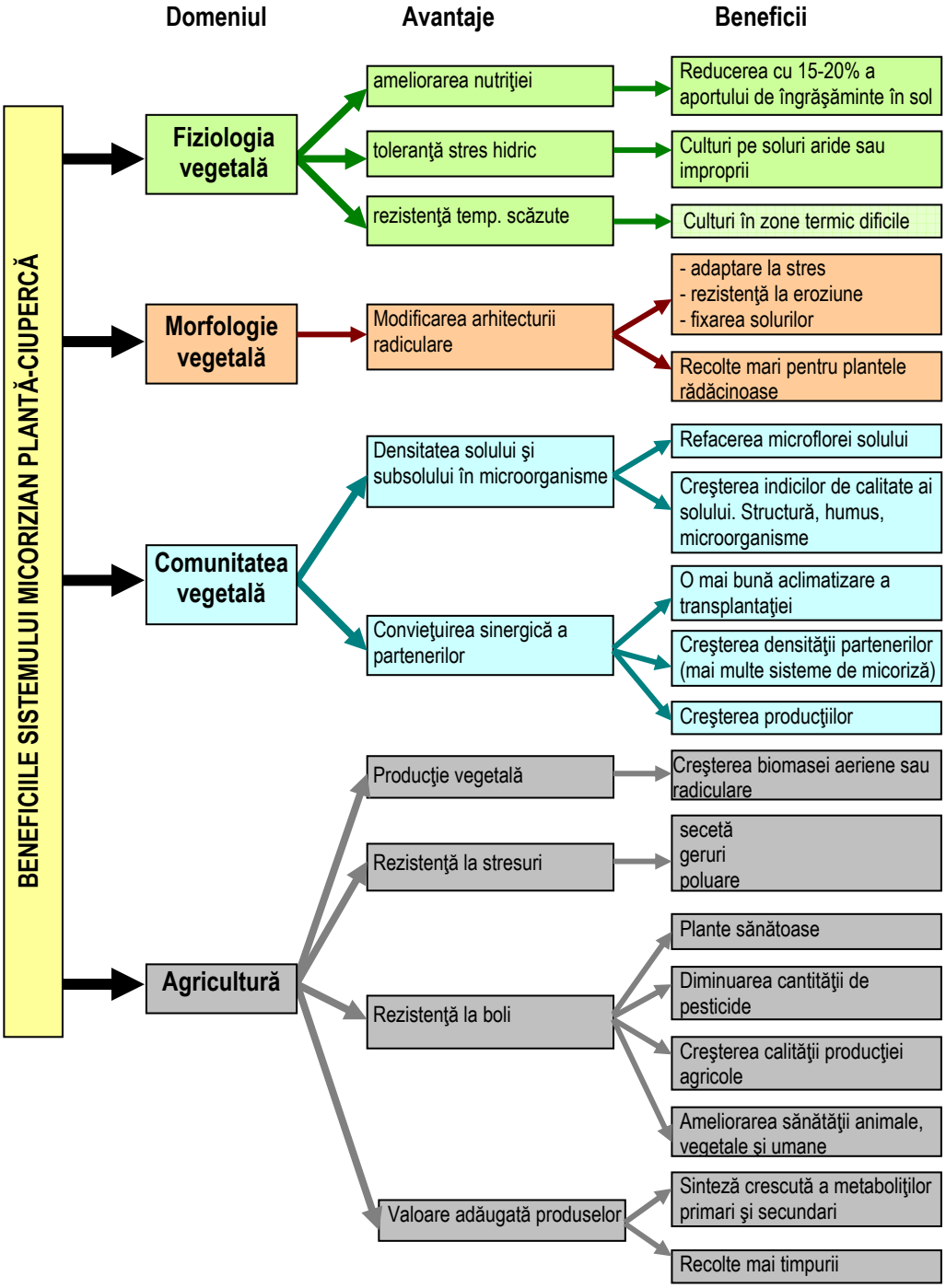


Figura 22. **Diagramă tip arbore a beneficiilor sistemului simbiotic plantă-ciuperci în natură şi agricultură**

Dacă se doreşte o performanţă şi mai mare a solurilor şi mai ales a relaţiei dintre sol şi plante, se poate folosi micorizarea controlată a solului şi plantelor, folosind preparate speciale formate din sporii diferitelor specii de Glomus puse pe un suport de argilă (Berca M., 2009). Avantajul sistemului de micorizare a solurilor şi plantelor este enorm. Peste 90% din plante acceptă endomicoriza, iar avantajele prezentate în figura 22 sunt cu adevărat fantastice. În carte sunt prezentate detalii şi numeroase experimentări pe această temă, utile practicianului agricol. În Franţa se foloseşte foarte mult nu numai micorizarea de tip *endo,* cât şi cea de tip *ecto,* îndeosebi pentru conifere şi alte plante ornamentale, care se livrează consumatorului cu specii de ciuperci comestibile, cu care creează un ambient biodiversitar aparte consumatorului.

1.3.4. Două principii mari ale agriculturii alternative în secolul XXI

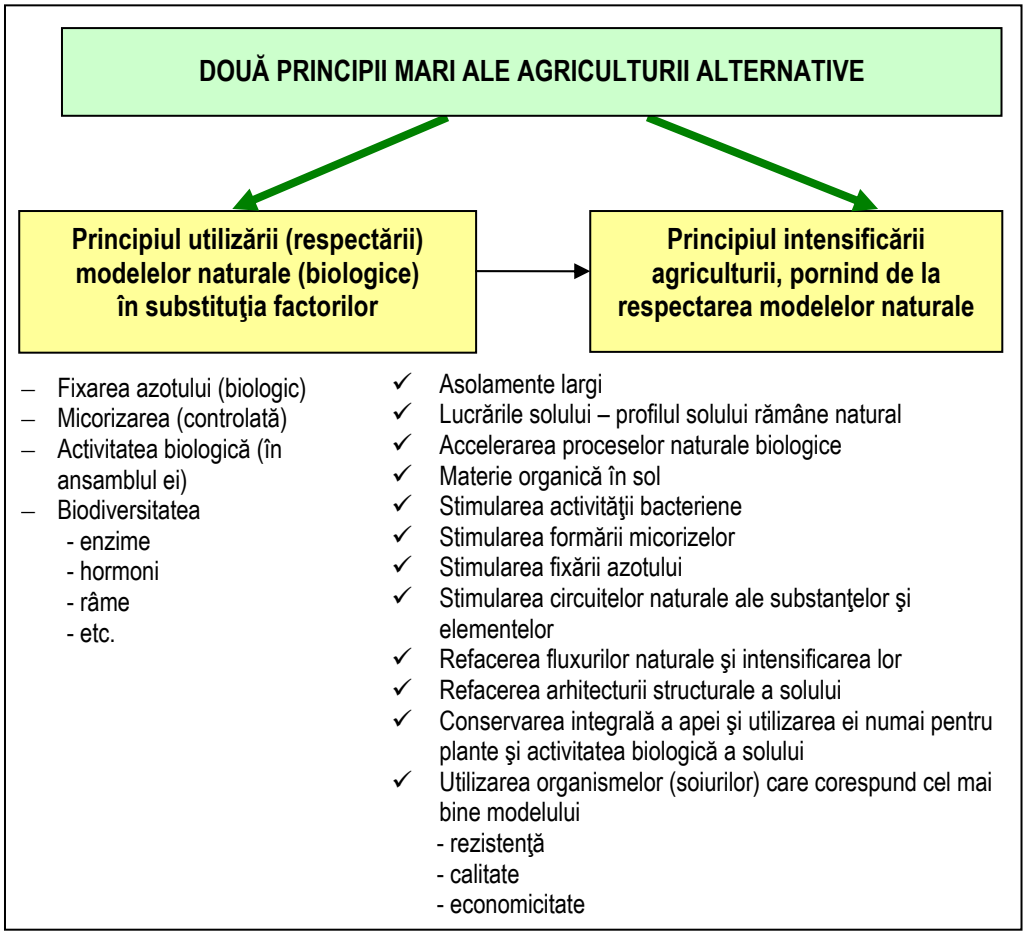


Figura 23. **Două principii mari ale agriculturii alternative** (original)

Criza alimentară a omenirii este în plină dezvoltare în momentul scrierii acestor rânduri. Intensificarea producției şi producerea de alimente pe seama unor procedee conservative şi inputuri poluante, periculoase nu mai este posibilă decât în limite absolut reduse, stabilite deja prin politicile agrare comunitare. Două mari principii stau azi la baza dezvoltării agriculturii alternative a viitorului şi ele sunt prezentate în figura 23.

Primul principiu se referă strict la desenarea modelelor naturale - biologice care pot, prin implementarea lor, să conducă la înlocuirea unor inputuri de sinteză de mare risc pentru mediu şi pentru siguranța alimentară a consumatorului, pentru siguranța şi durabilitatea ecosistemelor naturale şi agricole.

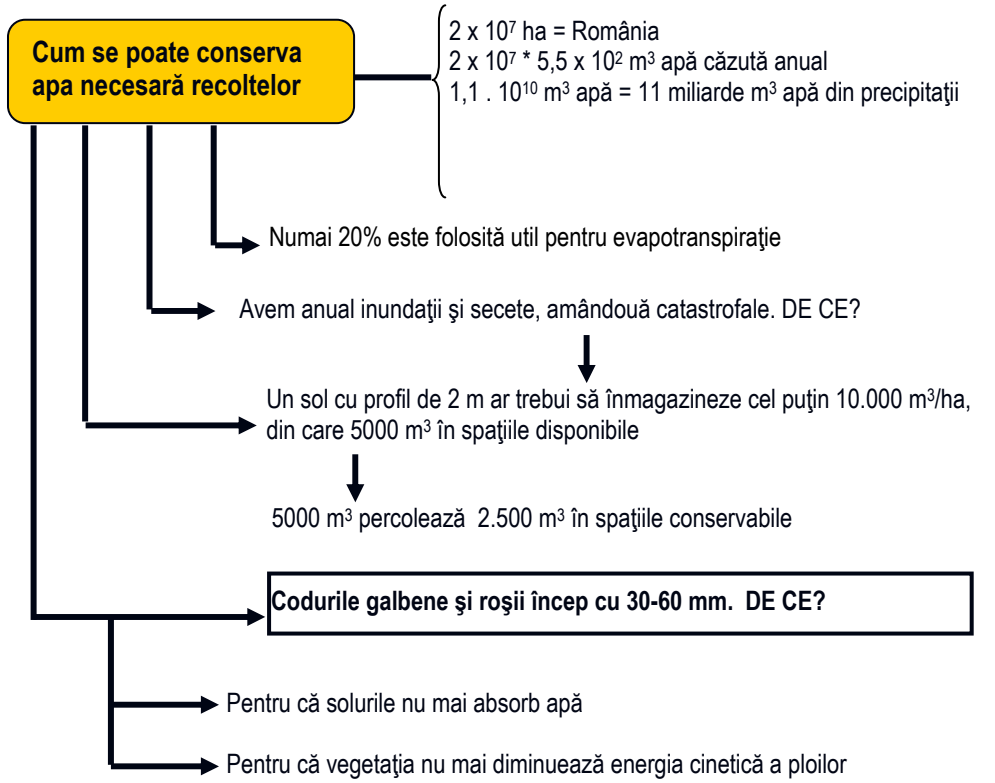
Al doilea principiu este acela al implementării primului, pentru obținerea intensificării agriculturii pe baze naturale, sau cât mai prietenoase mediului. În acest sens, creşterea biodiversității prin folosirea unor asolamente cât mai largi, lucrări ale solului care să respecte solul ca organism microcosmic viu, fără modificări ale profilului față de originea lui inițială, constituie indicatorii de bază ai implementării.

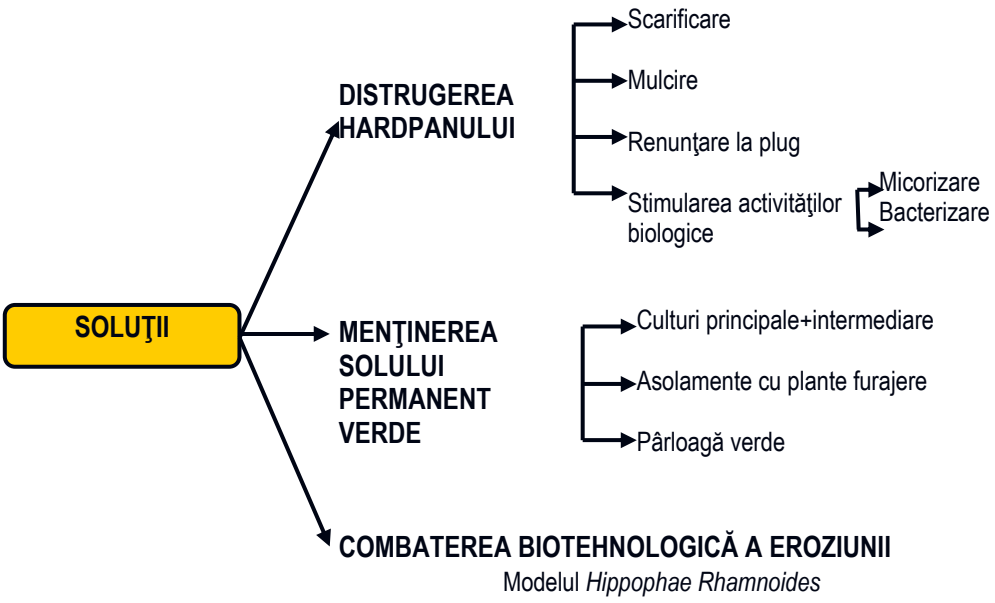
Scopul tuturor acțiunilor de implementare a modelelor naturale este acela de a ajunge cât mai repede la modelul global de comportare a solului după principiile creării lui. Cum solurile agricole sunt foarte degradate ecologic, reconstrucția lor este vitală, dar nu este nici rapidă şi nici ieftină. Deja prețul alimentelor a crescut amețitor fără să se facă prea mult în domeniul reconstrucției naturii şi a solurilor.

Se va vedea din textele acestei cărți că modificările climatice constituie o amenințare reală pentru existența pământenilor. Riscul de a trăi în România a crescut şi el amețitor. Alte soluții alternative decât cele pe care le prezentăm în această carte nu sunt, în afară, poate, decât o soluție care să inverseze dinamica comportamentului demografic al omenirii de astăzi.

1.3.5. Sinteza relațiilor apă-sol în raport cu condițiile climatice. Calcule.

În finalul acestui capitol prezentăm câteva calcule care nu pot explica de ce avem atâtea inundații şi secete decât prin starea ecologică actuală a solurilor care nu pot acumula şi conserva apa care vine din cer, iar dedesubt succinte propuneri. Detalii în ansamblul materialului.


Cum se poate conserva apa necesară recoltelor
2 x 10^7 ha = România
2 x 10^7 * 5,5 x 10^2 m^3 apă căzută anual
1,1 . 10^10 m^3 apă = 11 miliarde m^3 apă din precipitaţii
Numai 20% este folosită util pentru evapotranspiraţie
Avem anual inundaţii şi secete, amândouă catastrofale. DE CE?
Un sol cu profil de 2 m ar trebui să înmagazineze cel puţin 10.000 m^3/ha, din care 5000 m^3 în spaţiile disponibile
5000 m^3 percolează 2.500 m^3 în spaţiile conservabile
Codurile galbene şi roşii încep cu 30-60 mm. DE CE?
Pentru că solurile nu mai absorb apă
Pentru că vegetaţia nu mai diminuează energia cinetică a ploilor


SOLUŢII
DISTRUGEREA HARDPANULUI
Scarificare
Mulcire
Renunţare la plug
Stimularea activităţilor biologice
Micorizare
Bacterizare
MENŢINEREA SOLULUI PERMANENT VERDE
Culturi principale+intermediare
Asolamente cu plante furajere
Pârloagă verde
COMBATEREA BIOTEHNOLOGICĂ A EROZIUNII
Modelul *Hippophae Rhamnoides*

Capitolul 2
MODELE DE ASOLAMENTE ŞI ROTAŢIE A CULTURILOR ÎN ROMÂNIA ÎN VIZIUNEA INTENSIFICĂRII AGRICULTURII MODERNE ALTERNATIVE

Noile modele de asolamente şi rotaţie a culturilor ce se recomandă în acest început de secol noii agriculturi alternative, în permanentă transformare, este necesar să ţină cont de integralitatea acestui sistem. Este vorba, aşa cum s-a mai spus în această lucrare, despre o intensificare a agriculturii absolut necesară hrănirii populaţiei globului, dar pornind de la utilizarea modelelor naturale, reieşite din înseşi modelele de creştere a plantelor în ecosistemele naturale. Noile modele de structuri de asolamente vor ține cont de respectul față de mediu din care s-au desprins aceste culturi, care fac astăzi parte din agroecosistem.

Noua agricultură se adresează lumii vii integrate. Or, pentru zona agricolă, un sistem integrat presupune o abordare globală a utilizării solului pentru a produce bunuri agricole, abordare care urmăreşte reducerea utilizării mai ales a inputurilor de sinteză, poluante în sistem (energie, îngrăşăminte, pesticide etc.) şi înlocuirea lor cu o valorificare optimă a resurselor naturale, utilizând ciclurile naturale de regularizare.

Asolamentul aparține ciclului, reciclării biodiversității dar şi a calculului necesar de outputuri pentru piață. A devenit deja clar că monoculturile sunt foarte dăunătoare, că plantele amelioratoare sunt însoțire de multe restricții în utilizarea lor, restricții care țin adesea de piață.

Atenție însă: dacă legea substituirii tehnologiilor agricole într-un proces tehnologic convențional s-a dovedit nelucrativă pe termen lung, cerințele produselor pe piață pot suferi modificări prin intervenția autorităților. În felul acesta s-au putut scoate din alimentația animalelor făinurile proteice de origine animală, acestea fiind înlocuite aproape complet, mai ales la nivelul Europei, cu proteine de natură vegetală, a căror sursă principală o constituie leguminoasele amelioratoare. Ideea aceasta valoroasă a făcut loc leguminoaselor indiferent de specie în asolamentele Europei şi ale lumii,

aducând cu ele şi reducerea importantă a cantităţilor de azot fixat prin sinteza chimică (Haber Bosch).

De la asolamente se cer azi patru principii esenţiale care să se circumscrie ideii de transformare a agriculturii, sau altfel denumită agricultură alternativă, şi anume:

1) Diversitate cât mai mare de culturi compatibile zonei solului şi climei la nivelul unei exploataţii agricole sau al unui grup de exploataţii. Dacă asolamentul este circumscris ideii de integrare atunci ne gândim la exploataţii cu suprafeţe forestiere, cu grădini de legume dar şi cu crescătorii de animale.

2) Într-un asolament, solul va fi în permanenţă ocupat, acoperit cu un covor verde. Ideea aceasta presupune o rotaţie a culturilor în care culturile intercalate, fără recoltare, folosite ca mulci bioactiv să-şi găsească locul (continuitatea ciclului solului).

3) O astfel de dimensionare a parcelelor, de alegere a culturilor şi de aşezare a lor mai ales pe terenurile în pantă în scopul evitării pierderii apei prin scurgere, a pierderii de sol şi de fertilitate prin eroziune, o bună penetrare şi repartizare a apei şi microorganismelor pe profil, o conservare a diversităţii şi a securităţii fitosanitare, stau la baza regândirii sistemului.

4) Asolamentele vor accepta un sistem revoluţionar de lucrări ale solului, fără deplasarea solului pe orizontală (fără arătură), care să respecte mecanica naturală a solului, arhitectura fizică şi biologică a acestuia, să conserve apa şi să se folosească cât mai puţin irigaţia. Reziduurile vegetale vor fi lăsate solului pentru a-l proteja şi a intra în circuitul biologic al acestuia. Tehnicile culturale vor fi reduse la un minimum absolut necesar (simplificate). Deranjul mediului va fi minim.

Aceste patru principii cu caracter de lege vor conduce la elaborarea unor scheme de asolament după logistica de mai jos. În capitolul 1 am prezentat deja un tabel în care sunt expuse solicitările unei agriculturi în transformarea spre modelele naturale, faţă de asolamente şi efectele lor. În fond, pe o planetă la rândul ei în schimbare, în care se împuţinează pădurile, oxigenul, solul şi apa, în care creşte conţinutul de carbon la limită al aerului, iar ciclurile biologice şi ale materiilor sunt puternic deteriorate, puternic deranjate, supuse unui înalt grad de entropie, rolul agroecosistemelor creşte exponenţial, ele fiind cele destinate să producă biomasa hrănirii unei populaţii în creştere tot exponenţială. Un asemenea ecosistem va prelua obligatoriu numeroase funcţii ale altor ecosisteme (pădurea pe cale de dispariţie) contribuind direct şi la reconstrucţia compoziţiei atmosferei, la reglarea climei, respectiv a fenomenelor meteorologice, la conservarea solurilor şi apei. Din aceste motive, funcţiile asolamentelor se modifică şi determină compoziţia agroecosistemului. Funcţiile noului agroecosistem sunt prezentate în figura 24.

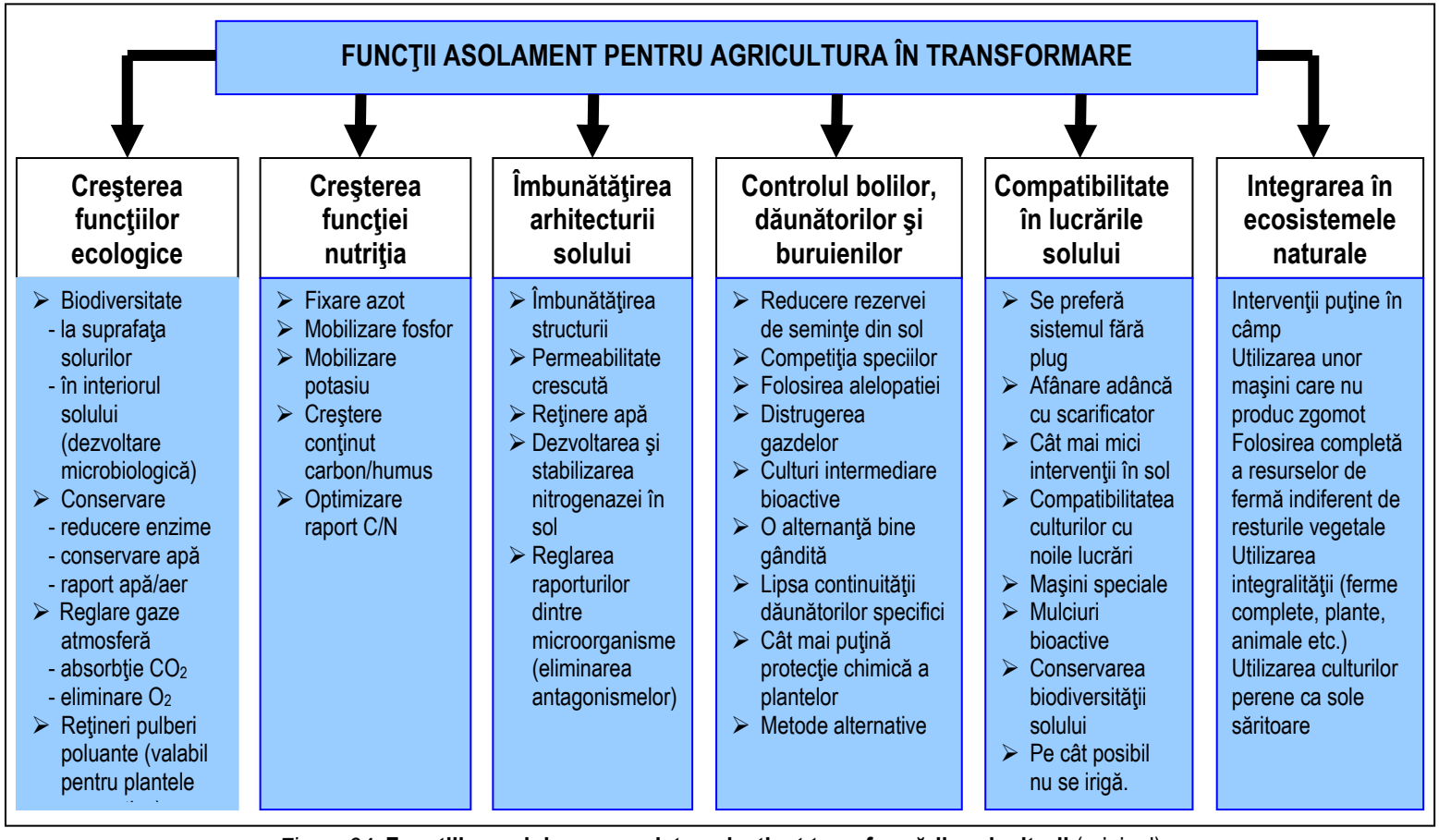


Figura 24. **Funcţiile noului agroecosistem destinat transformării agriculturii** (original)

2.1. CRITERII DE ALEGERE A CULTURILOR ÎNTR-UN ASOLAMENT

Pentru fiecare stare de climă şi sol este necesară proiectarea unui asolament.

2.1.1. Asolamentul şi alegerea culturilor în agricultura primitivă

Prin definiție, asolamentul reprezintă o alternare a culturilor pe aceeaşi suprafață de teren. Cu cât o cultură revine mai târziu pe aceeaşi suprafață, cu atât este mai bine. Concepția în sine nu este întotdeauna reală, mai ales că atunci când avem de-a face cu plante multianuale, printre care enumerăm lucerna, trifoiul şi arbuşti fructiferi etc., fenomenul în sine nu este rezolvabil. Pe de altă parte, definirea asolamentului se complică pe măsură ce noi culturi insuficient studiate şi noi hibrizi de plante se adaugă sortimentului deja cunoscut (e vorba de Miscantus, plopi şi pini repede crescători, noi plante medicinale etc.).

Fără a neglija vechile definiții (vezi I. Staicu, 1969) suntem obligați astăzi să aducem precizări noțiunii, şi anume:

Asolamentul reprezintă acea rotație în timp şi în spațiu a culturilor gândită în aşa fel încât să aducă un plus de consistență valorică atât solului cât şi arealelor, fără a afecta în vreun fel calitatea şi vandabilitatea produselor obținute. Această definiție poate fi, de asemenea, îmbunătățită.

Elementele de noutate pe care le aducem aici şi acum sunt următoarele:

a) Numărul plantelor, şi mai ales al hibrizilor şi soiurilor este mai mare, apropiindu-ne cât mai mult de „bunele practici agricole" şi apoi depăşindu-le.

b) În asolament vor intra, cu siguranță, plante amelioratoare de tipul leguminoaselor anuale şi perene, care vor aduce în sistem:

- cantitate mai mare de proteină de natură vegetală destinată a înlocui proteina de origine animală în însăşi hrana animalelor;
- cantitate mare de azot biologic fixat, variabil de la o cultură la alta, şi care poate fi măsurat. Acesta poate fi între 150 şi 500 kg/ha pe durata unui asolament de 4-5 ani. Azotul biologic fixat reduce semnificativ costurile în fermă. Dacă considerăm o fermă de 1000 ha cu 20% participare a mazării în asolament, conform studiilor noastre (Berca M., 2008) putem primi 130 kg N/ha × 3 euro/kg = 390 euro/ha. 390 euro/ha x 200 ha mazăre cultivată = 78.000 Euro/an. Aceşti bani invizibili în conturile societății pot presa eficient asupra costurilor (Berca M., 2008).

– utilizarea leguminoaselor în asolament poate aduce îmbunătăţiri semnificative biodiversităţii microbiologice a solului, mai ales dacă se utilizează plante perene.

c) În asolament se are grijă a se face alternanţă bine calculată între speciile cu înrădăcinare superficială şi adâncă, pentru ca solurile să fie permanent active biologic pe o adâncime cât mai mare (Modelul ecosistemului forestier).

d) Folosirea hibrizilor şi a soiurilor (porumb, rapiţă, floarea-soarelui, cereale) cu înrădăcinare profundă sunt preferabile soiurilor cu înrădăcinare superficială. Vom reveni asupra acestui aspect.

Din cele expuse până aici rezultă următoarele pretenţii faţă de un asolament solicitat de agricultura alternativă (figura 25).

2.1.2. De ce trebuie renunţat la monocultură ?

Multă vreme s-a considerat că prin descoperirile aduse de legile nutriţiei plantelor, consolidate definitiv de Justus von Liebling între 1840 şi 1842 în lucrarea „Die organische Chemie und ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" sunt destinate eliminării unor verigi tehnologice în agricultură şi concentrarea pe nutriţia plantelor şi în special pe cea cu azot.

Deşi Liebling nu a afirmat niciodată necesitatea dezvoltării unei industrii poluante cu îngrăşăminte, în fond, efectul teoriei sale la aceasta a condus: dezvoltarea industriei de sinteză a îngrăşămintelor şi renunţarea treptată dar permanentă la celelalte legi ale ecologiei şi fitotehniei, cum ar fi aceea a egalei importanţe a factorilor de vegetaţie pusă la punct chiar de compatriotul nostru Ion Ionescu de la Brad (Berca M., 2008). S-a interpretat deci greşit teoria lui Liebling, s-a renunţat la beneficiile asolamentului, ale rotaţiei culturilor, considerându-se, fireşte eronat, că substituirea elementelor nutritive din sol, chiar şi în condiţii de monocultură prelungită poate fi făcută prin aprovizionarea acestuia cu elemente de sinteză, iar presiunea patologică a bolilor şi insectelor poate fi controlată cu ajutorul pesticidelor, şi ele într-o continuă expansiune mai ales în a doua jumătate a secolului al XX-lea.

Practica şi cercetarea au demonstrat că, deşi ambele genuri de inputuri au adus un progres real, de necontestat în tehnologiile agricole, folosirea lor abuzivă a fost o mare eroare căci monocultura, prin efectul său de înrădăcinare uniformă şi densă, provoacă asupra microflorei solului o conversie intensă şi specifică. Masa de substanţe nutritive şi de vitamine produsă sub formă de exudaţi ai rădăcinilor (sucuri celulare radiculare etc.) de către plantele cultivate are asupra grupelor nutritive din sol un efect de: a) activare, b) inhibiţie sau c) letargie.

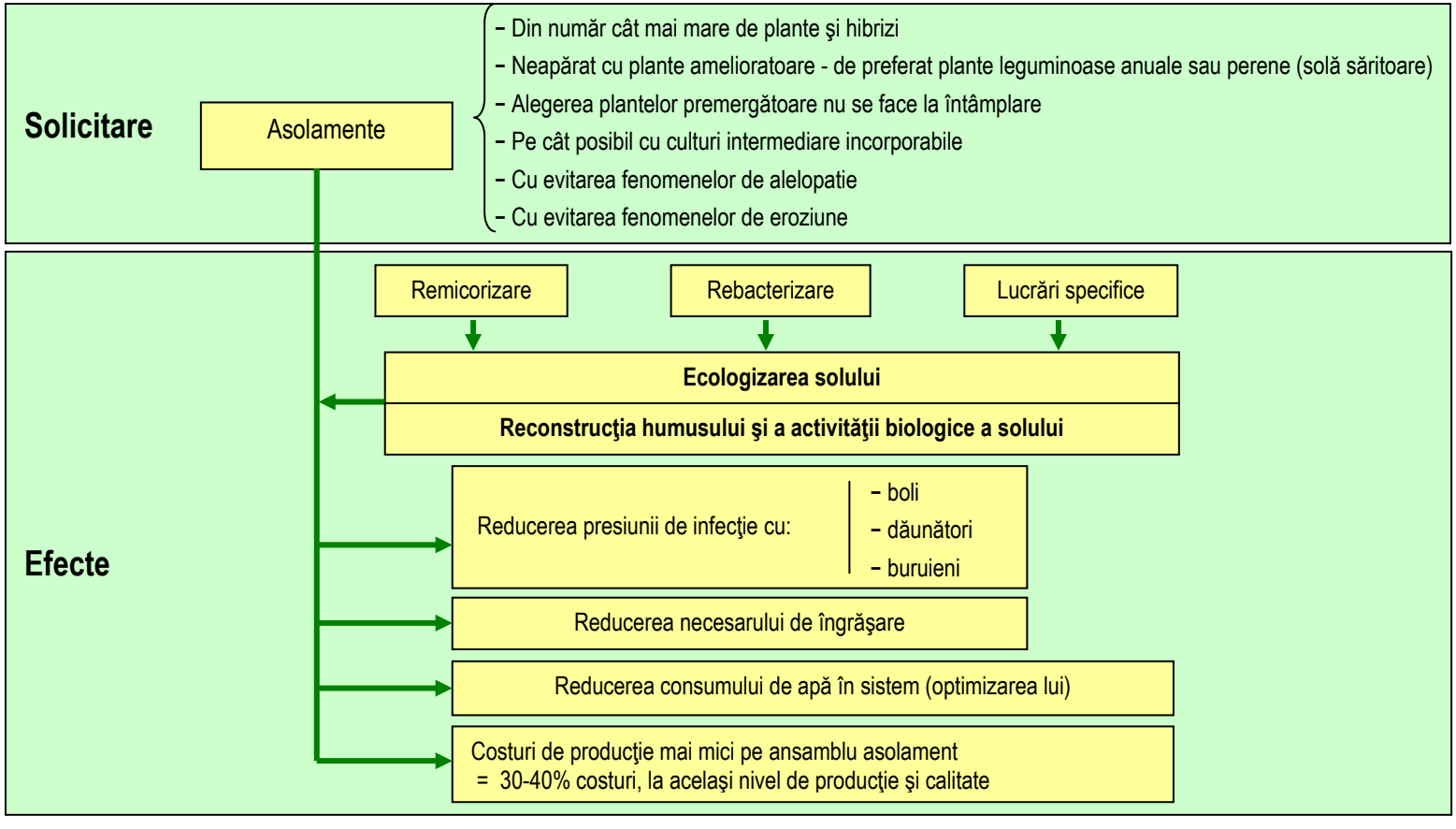


Figura 25. **Solicitările sistemului de agricultură alternativă faţă de asolamente şi efectele ce se pot obţine** (original)

În cazul monoculturilor, activitatea dominantă a exudaților radiculari este una de inhibare a grupurilor nutritive alcătuite îndeosebi din microorganisme specifice (bacterii fixatoare de azot în mod asociativ sau liber, micorize şi bacterii mobilizatoare ale fosforului şi potasiului, sau chiar unele cu efect dezinfectant).

Foarte multe boli ale plantelor de cereale, şi nu numai, printre care şi *Gaeumannomyces graminis* (sau *Ophiobolus graminis*) boală a rădăcinilor şi bazei tulpinilor (vezi şi figura 26) este şi sunt boli ale monoculturii. Acest parazit, conform cercetărilor lui Zogg (1969), poate fi eliminat din sol de către anumite bacterii ce apar numai prin apariția unei noi plante în asolament şi întreruperea monoculturii.

Figura 26. **Manifestarea bolii *Ophiobolus graminis* în monocultura de grâu** (Zogg, 1969)

Una dintre plantele premergătoare care poate schimba microflora solului în favoarea distrugerii parazitului mai sus prezentat este rapița. Acesta este şi motivul pentru care rapița constituie o excelentă plantă premergătoare pentru grâu. Un spectru larg al microorganismelor din sol, absent în prezența monoculturii, reglează numeroase relații dintre paraziți şi plante în favoarea plantelor, fiecare plantă dispunând, în viziunea lui Zogg, de un univers propriu de microorganisme protectoare, care dispare sau se diminuează semnificativ în sol în prezența monoculturii.

Există şi alte numeroase probleme create de monocultura solurilor, şi anume:

– tendința de a refuza micoriza din cauza aceloraşi toxine eliminate de rădăcini;

– explorarea solului numai pe un segment al său şi neutilizarea completă a întregii capacități a solului pentru apă şi elemente nutritive;

– conservarea paraziților specifici care se înmulțesc.

Dezavantajele monoculturii pot fi împărțite în trei categorii, şi anume:

a) De natură economică:

– Favorizează crizele de structură prin reducerea producției, a calității şi a creşterii prețurilor.

– În funcție de cultură, este favorizată eroziunea, pierderea humusului şi a fertilității solului.

b) De natură ecologică şi de degradare a solului.

– Pe termen lung, monocultura distruge biozonele naturale ale edafonului şi prin aceasta întregul ecosistem al solului.

– Se accentuează mineralizarea şi pierderea humusului şi se solicită cantități cât mai mari de îngrăşăminte minerale – poluante. Se elimină foarte mult CO_2 în aer.

– Distrugerea sau diminuarea drastică a activității biologice a solului.

– Favorizează un tip de sol specific lipsit de biodiversitate.

Dezavantaje biologice:

– Distrugerea ecosistemelor şi a posibilităților de reconstrucție.

– Favorizarea expansiunii paraziților, bolilor şi dăunătorilor specifici (insecte, şoareci de câmp, boli cu transmisie prin resturi sau soluri etc.).

– Necesită o cantitate mare de pesticide care poluează solul şi mediul în ansamblul lui.

– Se distrug micorizele şi sistemele de fixare biologică asociativă a azotului cu mari pierderi, inclusiv în plan financiar, dar mai ales ecologic.

– Monoculturile formează toxine aduse în zona de degradare biologică a aceloraşi resturi organice.

– Plantele devin sensibile la stresuri, inclusiv boli şi dăunători.

– Apare efectul de respingere a culturii de către sol.

Numărul factorilor care creează dezavantajele mai sus amintite este enorm, aşa cum se întâmplă întotdeauna în ecosistem, şi cei mai mulți necontrolabili. Cercetările îndelungate, uneori pe zeci de ani, efectuate în diferite stațiuni de cercetare din lume, nu pot să facă altceva decât să constate fenomenul de depresie a vigorii plantelor, a forței fertilizante a pământului şi în

final a recoltelor. Cele mai relevante experienţe în acest sens au fost efectuate la staţiunea de cercetări regale din Marea Britanie, cunoscută sub denumirea Rothamstedt Research, înfiinţată acum 160 de ani.

Date recente şi pe termen lung arată că monocultura nu poate fi înlocuită decât de asolament, de un asolament cât mai biodiversificat, în care să intre un număr cât mai mare de plante, şi care să semene cât mai mult cu ecosistemul natural pe care devine necesar să-l substituie, pe măsură ce acesta dintâi tinde să dispară.

În fapt, cel care refuză monocultura este solul. Solul, ca organism viu impune organismele biologice pe care le hrăneşte. Numărul imens de factori care determină funcţionarea sănătoasă a solului (durabilitatea fertilităţii) este alcătuit într-un „sistem cibernetic" optimizat de marea natură, cu o toleranţă mare faţă de factorii de intervenţie antropică, dacă aceştia nu depăşesc limitele acestei toleranţe. Nu trebuie uitat că solul, în virginitatea sa, a fost creat de o biodiversitate de specii de plante şi microorganisme, şi nicidecum de o monocultură. Antropizarea culturilor şi instituirea monoculturilor nu aveau cum să nu afecteze grav sănătatea şi productivitatea solului. După ce prin substituirea a numeroşi factori naturali cu cei antropici s-a realizat o „revoluţie verde", mult lăudată la vremea respectivă, acum constatăm că avem nevoie pe fond de o „reînverzire a revoluţiei verzi".

2.2. SCURTE APRECIERI ASUPRA CALITĂŢII UNEI PLANTE PREMERGĂTOARE

Dacă apreciem asolamentul ca un „model agricol" în care fiecare cultură are dreptul la o suprafaţă şi o rotaţie, înseamnă că acea cultură are dreptul şi la o plantă premergătoare şi nu la oricare, ci prioritar la aceea care i se potriveşte cel mai bine. De regulă, în evaluarea unei bune plante premergătoare se iau în considerare câţiva parametri standard, cum ar fi:

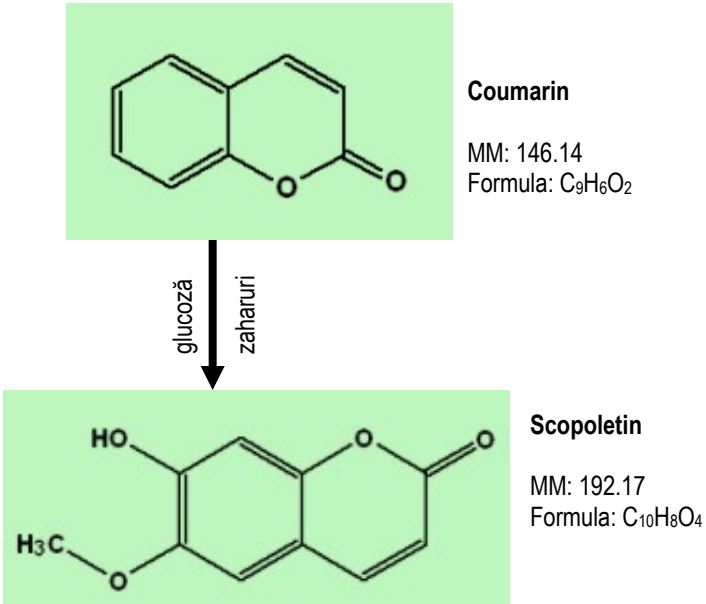
– **Timpul dintre momentul recoltării premergătoarei şi al semănării postmergătoarei**. Acest interval de timp este necesar pentru că lucrările de bază şi de pregătire a patului germiantiv să poată fi efectuate la parametrii necesari solicitaţi de bunele practici agricole. Mărimea intervalului de timp accesibil unor lucrări optime depinde de condiţiile climatice, dar şi de natura sistemului acceptat. Agricultura alternativă, aşa cum se va vedea, solicită lucrări ale solului în care acesta, ca arhitectură şi comportament, să se apropie cât mai mult de modelele naturale.

– **Însuşirile plantei premergătoare în raport cu solul şi restul factorilor de mediu**. Logica şi practica au demonstrat că restricţiile impuse de

lipsa unor factori de vegetație (vezi în primul rând apa în România, dar și în restul Europei), factori de vegetație ușor modificabili, din cauza variației necontrolate a climei, conduc uneori la prelungirea timpului necesar unor plante premergătoare potrivite, până la limita reapariției în sistem a factorului implicat și ridicarea restricției.

– **Relațiile dintre plantele premergătoare și sol**. Există plante premergătoare care pot lăsa în sol unele toxine ce limitează folosirea unei postmergătoare potrivită din punct de vedere al primilor doi parametri. Rapița, de exemplu, este o plantă premergătoare mai slabă pentru mazăre decât floarea-soarelui, deși aceasta din urmă beneficiază de o resursă de „TIMP" mai puțin favorabilă. Relațiile dintre plante și sol împiedică în multe cazuri definitiv practicarea monoculturii.

Exemplul clasic, trifoiul, nu poate urma niciodată după trifoi datorită faptului că acesta elimină în sol constituenții nutritivi care permit înmulțirea exagerată (în afara normalității prezenței speciilor în sol ca ecosistem viu) a unor ciuperci precum *Pleospora herbarum, Asterocystis sp, Fusarium sp. etc.* La rândul lor, acestea elimină în sol unele substanțe toxice, cum ar fi scopoletina, un glucozid foarte toxic pentru tinerele rădăcini ale trifoiului care ar urma după el însuși (Staicu, 1969). Scopolotin mai este cunoscut și sub denumirea de cumarină, o lactonă a derivaților acizilor cis-2hidroxicinamic. Corect spus, scopoletina aparține grupului cumarinelor cunoscute în general pentru efectele lor de tip erbicid, mai ales pe perioada germinației (Wikipedia, Phytochemicals, 2009).



Coumarin

MM: 146.14
Formula: $C_9H_6O_2$

Scopoletin

MM: 192.17
Formula: $C_{10}H_8O_4$

Scopoletina mai are un efect inhibitor şi asupra unor bacterii utile solului cum ar fi *Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginoza* şi chiar *Streptomices sp*. şi *Rhizobium sp*. Din aceste motive, pe cât de util este el în unele tratamente antibacteriene la om şi animale, pe atât de nepotrivită este activitatea lor în sol, blocând atât activitatea azotului, mobilizarea fosforului şi a potasiului, cât şi formarea nodozităților. Cumarinele se găsesc şi în rădăcinile altor plante, cum ar fi *Anthoxanthum odoratum* (familia *Poaceae*) sau în *Melilothus officinalis* – o altă leguminoasă care, din aceleaşi motive, nici ea nu suportă monocultura. Scopoletina formată în ciupercile mai sus amintite apare tot ca o reacție între cumarină şi formele simple de zaharuri puse la dispoziție de chiar ciupercile în cauză.

Un alt exemplu din aceeaşi categorie este inul. Cultivarea în monocultură a inului conduce la selecția şi acumularea în sol a speciilor de ciuperci din genul *Macroporium* şi *Colletrotrichum*. Paralel apare în sol o cantitate ridicată de alanină, acid aspartic şi acid glutamic, care conduc la inhibarea altor grupe de microorganisme (mai ales bacterii; se ştie că bacteriile rizosferice sunt inhibate de acizi în general, iar de cei nominalizați în special). Din aceste motive, în al doilea an de monocultură pe soluri nisipoase cu activitate macrobiotică redusă, producția de in a fost redusă până la 44% pe acelaşi fond agrofitotehnic ca varianta din rotație (Staicu, 1966).

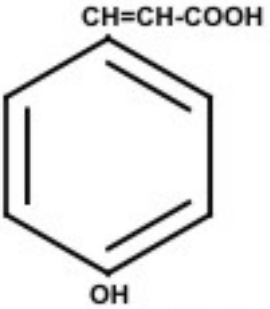
Există unele varietăți de in care elimină prin rădăcini acid prusic (HCN). HCN poate apăra plantele de atacul unor ciuperci parazite (patogeni) (Staicu, 1996, Roussel C.W.E., 1961). Acelaşi acid prusic poate apărea în sol în anumite condiții enzimatice şi prin formula:

$$2CH_4 + 2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2HCN + 6H_2O$$

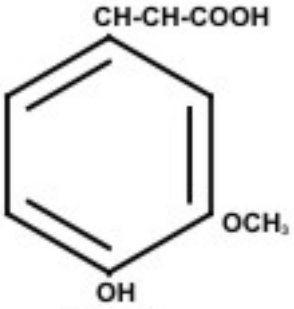
Această reacție, care în condiții de laborator necesită condiții mari de temperatură (până la 1200^o C) se pare că prin biocatalizare se poate derula la temperaturi normale. Evitarea monoculturii de in rezolvă de la sine problema.

Monocultura de cereale, la rândul ei pune probleme serioase relațiilor dintre plante şi sol. Prin descompunerea paielor după o monocultură prelungită pot să apară, de asemenea, unele substanțe toxice între care enumerăm pe următoarele:

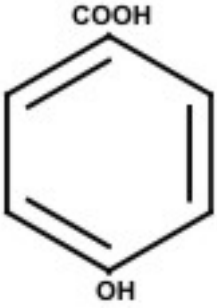
acidul p-cumarinic



acidul 4 hidroxi
3 metoxicianomic (acidul fenilic)



acidul p-hidroxi-benzoic



(Borner H., 1955 şi 1956)

Toxicitatea acestor acizi este una directă prin inhibarea creşterii celulelor radiculare, îndeosebi la nivelul perişorilor radiculari, dar şi una indirectă prin blocarea pătrunderii unor bacterii asociative în zona periradiculară, blocarea fixării azotului şi a nutriției plantelor în faza de început.

Toxicitatea este de scurtă durată, acizii mai sus prezentați fiind spălați sau degradați biologic. Ei lasă însă urme în dezvoltarea culturii. Dacă în procesul de degradare a paielor se adaugă tulpini sau rădăcini de rapiță, descompunerea se face mult mai repede, iar produsele inhibitoare de tip alelopatic nu mai apar. De aceea, rapița este o excelentă premergătoare pentru grâu (Staicu, 1965).

2.3. PROBLEME LEGATE DE PROTECŢIA CULTURILOR ÎN MONOCULTURĂ

Mai ales în anii secetoşi, dar nu numai, şi în special datorită condiţiilor climatice într-o dinamică din ce în ce mai păgubitore, monocultura de grâu demonstrează în mod alarmant dinamica pagubelor aduse grâului după grâu.

În anii 2007-2009 (ultimii foarte secetoşi) în monocultura de grâu a fost prezentă toată gama de dăunători posibilă, şi anume (vezi tabelul 1).

Tabelul 1

Monitorizarea bolilor şi dăunătorilor şi a producţiei de grâu în trei locaţii din sudul ţării (2007-2009)

(*Cercetări originale*)

Localitatea	B/D	Nr. dăunători şi boli întâlnite				Nivelul producţiei q/ha		%
		Monocultura		Asolament 3 ani				
		Număr specii	Grad mediu atac	Număr specii	Grad mediu atac	Monocultură	Asolament	
Modelu Călăraşi	B	7	6	4	2	33,2	45,1	+ 36
	D	9	15/incl.m^2	6	4			
Brânceni Teleorman	B	6	4	4	2,5	35,1	43,4	+ 24
	D	5	10/ m^2	4	4			
Amara Ialomiţa	B	6	5	5	3	34,2	44,2	+ 29
	D	10	11/ m^2	7	5			
Media	B	6,3	5,0	4,3	2,8	34,1	44,2	+ 29,6
	D	8,0	12,0	5,6	4,6			

Asolament folosit: floarea-soarelui – grâu – rapiță.

Evaluările s-au făcut în anul trei de monocultură la grâu.

Dacă în asolament au fost prezenți ca dăunători *Eurygaster maura* (ploşniţa cerealelor), afide, unele muşte şi viespi, în asolament au fost prezente toate viespile şi muştele cunoscute, tripsii, afidele şi un atac mult mai mare de ploşniță. Atât numărul speciilor cât şi al dăunătorilor a fost semnificativ redus prin practicarea unui asolament simplu; observaţiile noastre au confirmat ceea ce Staicu afirma încă din 1969.

În monocultura de grâu se înmulțesc peste măsură unele insecte ca: gândacul ghebos (*Zabrus tenebrioides*), larvele muştei Hessa (*Mayetiola destructor*), viermii sârmă (*Agriotes lineatus*) etc. Datorită în mare parte şi

condiţiilor de climă schimbate şi a migrării unor dăunători în câmpurile de grâu din monocultură au fost prezenţi şi alţi dăunători precum: *Contarinia tritici*, *Delia coarctata*, *Phorbia securis*, *Anguina tritici*, *Anisoplia sp.*, *Macrosiphum avenae* şi alţii.

Numărul şi gradul de atac al diferitelor boli a fost şi el cu mult mai mare. Atacul fusariozei care induce şi periculoasele micotoxine a fost dublu şi chiar triplu în monocultură faţă de asolamentul simplu. Cu toate acestea, unele studii efectuate în Franţa şi Germania arată că nici rapiţa ca premergătoare nu reduce semnificativ atacul de fusarioză şi că prezenţa micotoxinelor este favorizată de paie şi rapiţă (Obernauf U. şi Gliser. J.H., 2005).

Revenind în spaţiul românesc, menţionăm pe aceeaşi temă cercetările efectuate de Păunescu G. şi Ionescu F. (1996) timp de 36 ani neîntrerupţi pe un sol brun roşcat de pădure cu doar 2% humus de la staţiunea Sâmnic (Oltenia Centrală). Selectând, conchidem următoarele:

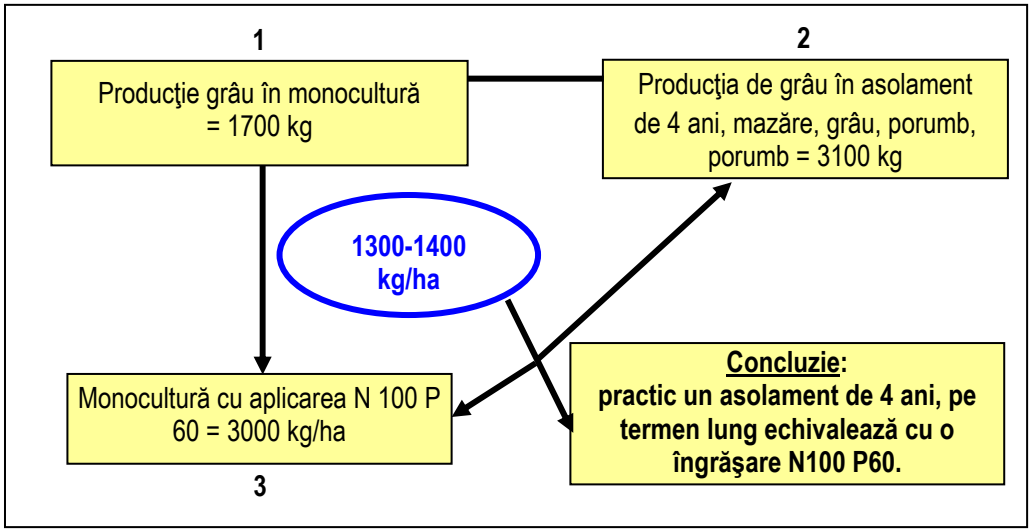


Figura 27. **Efectul de substituire prin îngrăşare al scăderilor de producţie la grâu în asolament de 36 ani** (Prelucrare după Păunescu G. şi Ionescu F.)

Aparent, lucrurile aşa stau numai că pentru obţinerea celor 3000 kg/ha grâu în monocultură este necesară combaterea complexului de boli şi dăunători care apar acolo, căci în monocultură frecvenţa bolilor la o asemenea durată a monoculturii creşte de peste 20 de ori (figura 28) la porumb şi de peste 15 ori la grâu. Substituirea asolamentului se face deci numai asupra cantităţii de recoltă, dar nu şi asupra calităţii ei, care rămâne puternic infectată cu DON (micotoxină).

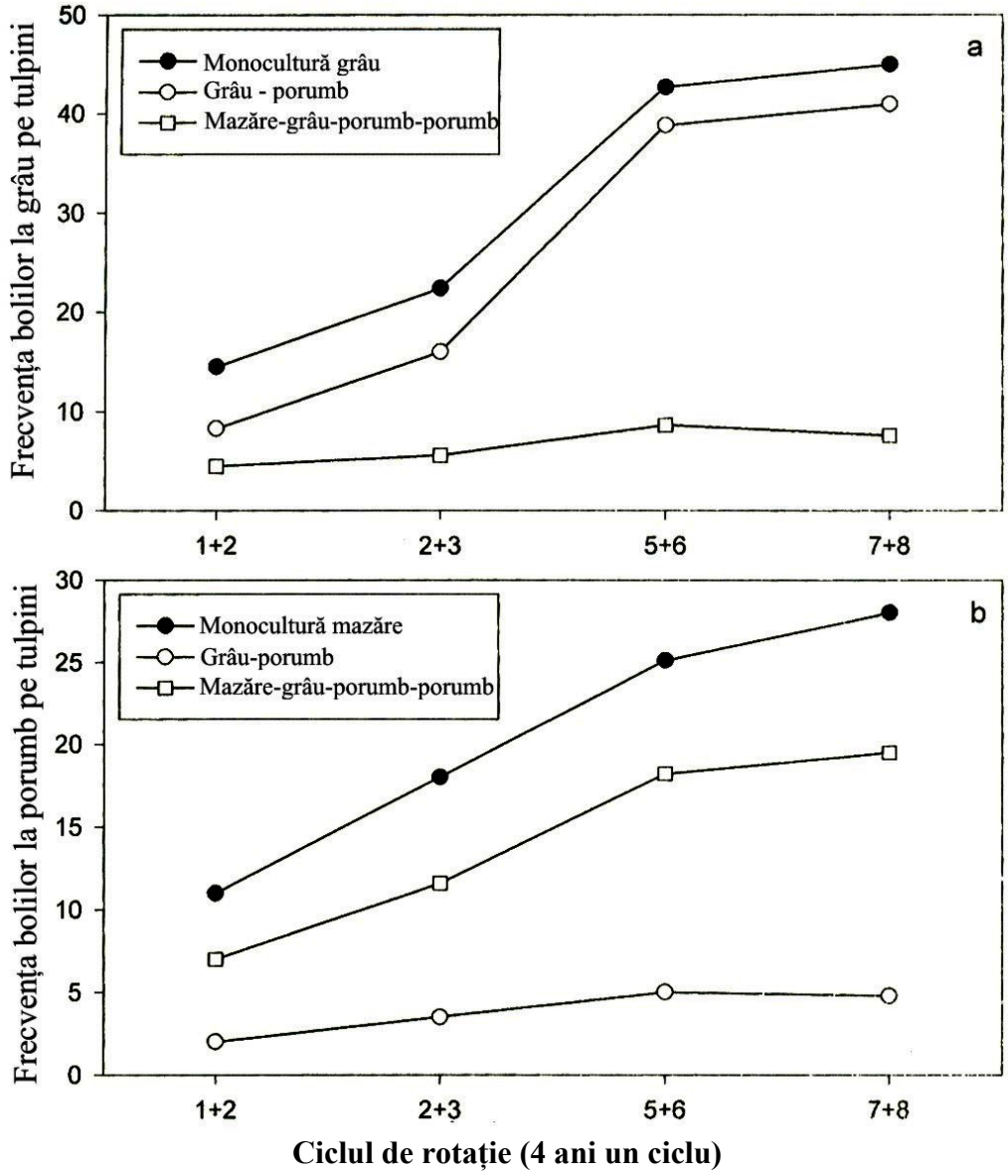


Figura 28. **Evoluţia frecvenţei atacului de fusarioză pe tulpini şi tecile frunzelor la grâu şi porumb** (după Păunescu G. şi Ionescu F., 1996)

Efectul de substituire în cazul porumbului este aproape indentic, dar pleacă de la valori martor mai mari, dovadă că porumbul este mai rezistent la monocultură decât grâul (figura 29).

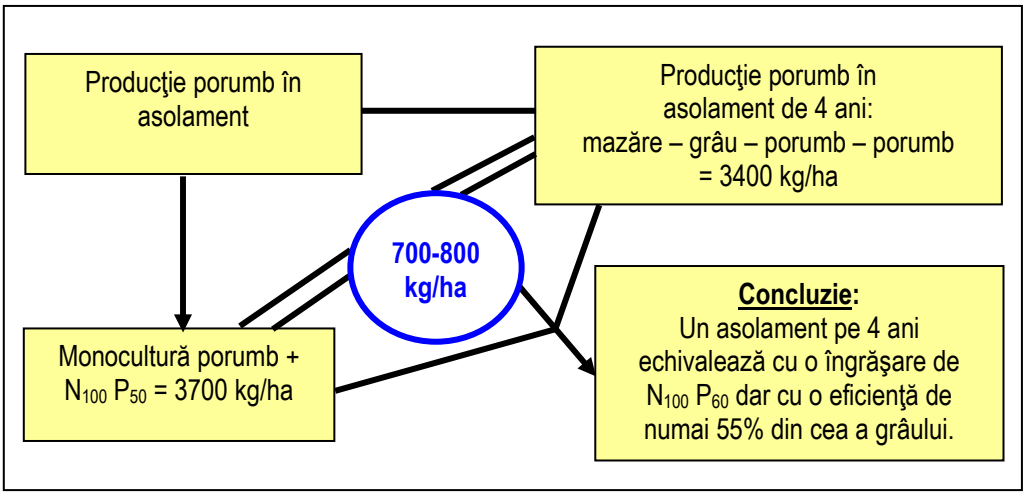
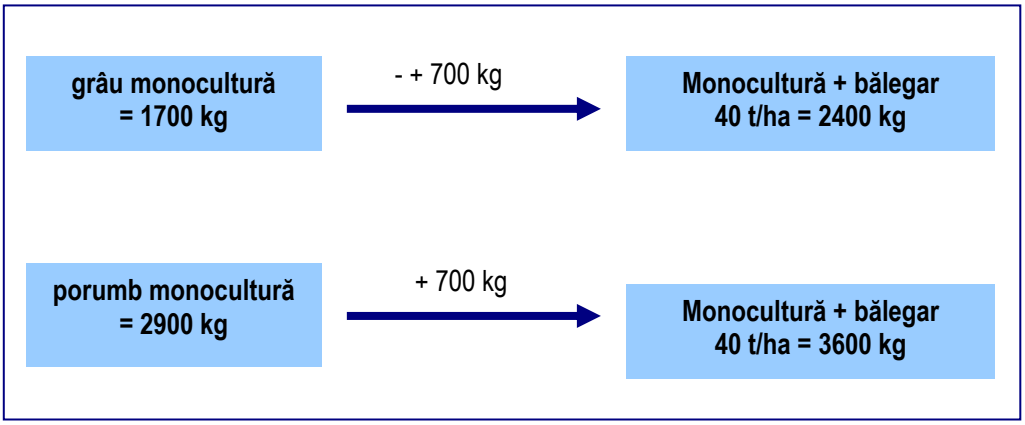


Figura 29. **Efectul de substituire prin îngrăşare al scăderilor de producţie la porumb în asolament de 36 ani** (Prelucrare după Păunescu G. şi Ionescu F., 1996)

Pe lângă bolile care influenţează negativ cultura, schimbarea structurii microorganismelor din sol induce toxine în zona periradiculară şi inhibă, mai ales în fazele timpurii, dezvoltarea plantelor. Din această cauză culturile reacţionează foarte energic la aplicarea îngrăşămintelor organice pe bază de bălegar.



Faptul că ambele culturi reacţionează identic ca nivel de calitate asupra producţiei şi mai ales a solului demonstrează că bălegarul, ca şi alte produse cu activitate de reconstrucţie biologică, nu trebuie văzute numai ca donatori de elemente nutritive, ci şi ca reactivatori ai stării biologice a solului, afectat uneori grav de monocultură.

Monocultura influențează negativ însă şi starea de îmburuienare a solului. Aceiaşi autori, făcând determinări în peste 30 de ani, stabilesc că singurul asolament care menține stabilă rezerva de buruieni în sol este cel de 4 ani pe bază de mazăre sau ovăz – urmat de grâu şi 2 ani porumb (figura 30).

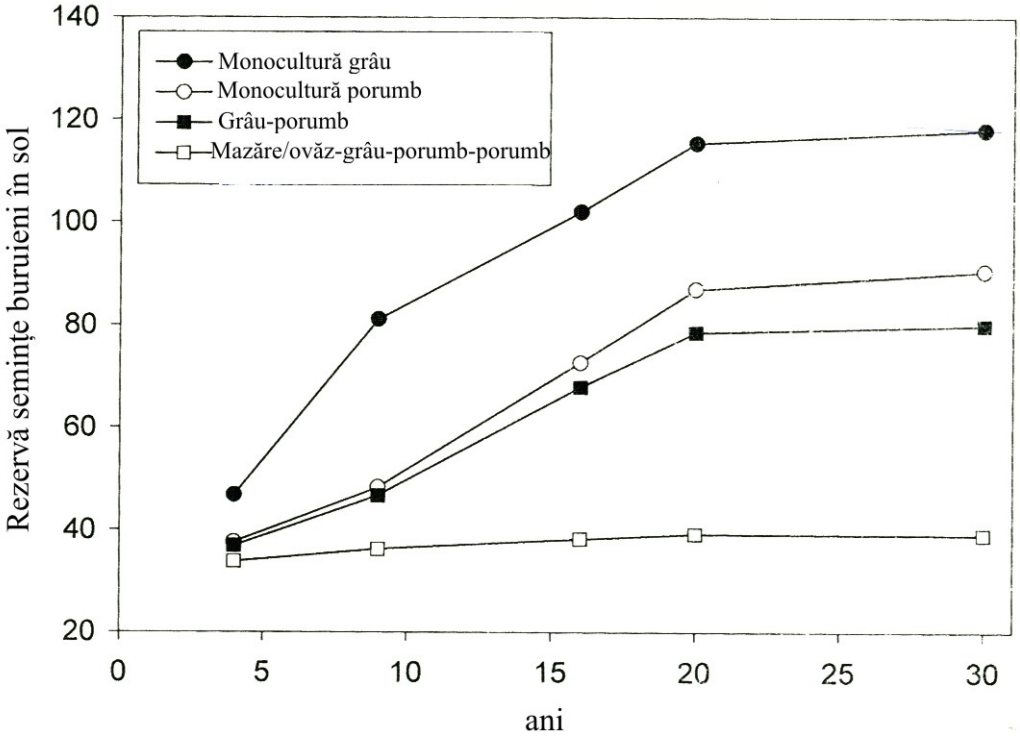


Figura 30. **Efectul monoculturii asupra rezervei de seminţe de buruieni din sol** (după Păunescu G. şi Ionescu F., 1996)

Monocultura prelungită de grâu măreşte de peste trei ori rezerva de semințe de grâu, solicitând o creştere continuă a presiunii poluante cu pesticide pentru a controla relația plante – buruieni.

În cazul monoculturii de porumb şi a asolamentului simplu porumb – grâu, creşterea rezervei de semințe este de 2-25, ori mai mare decât în cazul asolamentului pe 4 ani.

Rezultate asemănătoare au fost obținute şi de cercetători din zona Moldovei (Ailincăi şi colab., 2007). În zona Moldovei, pe cernoziomuri cambice, bogate în argilă dar şi în humus, la staţiunea Podul Iloaiei au fost amplasate experimente de lungă durată (39 de ani) vizând influența rotațiilor şi a sistemului de îngrăşare, la cultura porumbului obținându-se următoarele rezultate (figura 31):

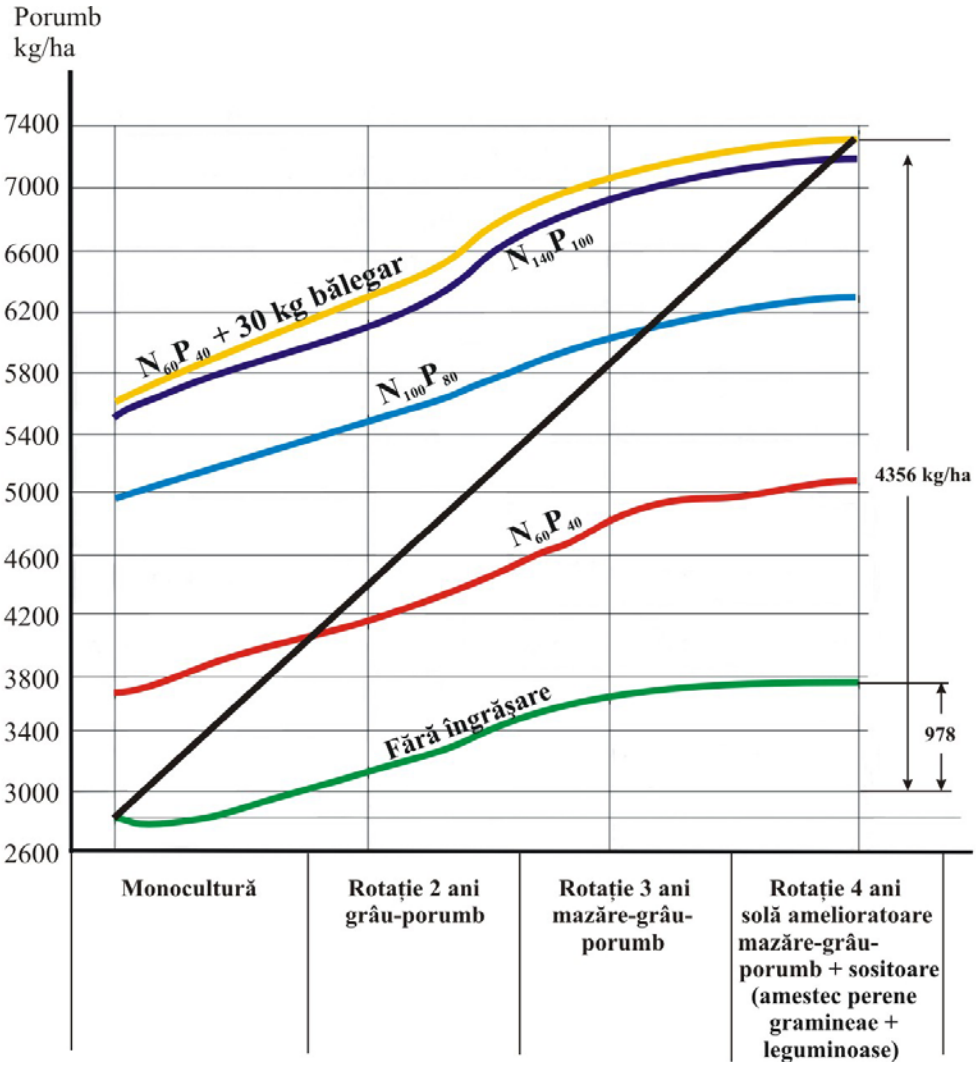


Figura 31. **Efectul monoculturii, asolamentelor şi al sistemului de îngrăşare la cultura porumbului în Moldova, Podul Iloaiei** (Ailincăi şi colab, 2007). Prelucrare personală autor.

Porumbul reacționează moderat la asolamente, chiar dacă ele sunt plante amelioratoare (mazăre sau mazăre şi solă sositoare). Porumbul este altminteri cunoscut ca o plantă care suportă monocultura. Sistemul biologic periradicular este mai puțin influențat negativ decât la grâu.

Porumbul reacționează însă foarte bine la sistemul de îngrăşare minerală, indiferent de rotație.

Gunoiul de grajd nu substituie decât 80 kg N şi 20 kg P_2O_5.

Altminteri, efortul autorilor de a mări cu 4356 kg/ha porumb boabe recolta, față de monocultură, se repartizează pe factori astfel:

Spor 4356 kg/ha	→ 978 kg datorită rotaţiei	22%
	→ 3361 kg datorită îngrăşării minerale	77%
	→ 20 kg datorită gunoiului plus substituţia de $N_{80}P_{20}$.	1%

În cercetările din Moldova, îngrăşămintele minerale au substituit în procent de 77% efectul negativ al monoculturii, ceea ce nu s-a întâmplat în alte zone ale ţării şi mai ales la alte culturi. Şi totuşi monocultura în zonă contribuie la degradarea fizică a solului, reducând cu 30% procentul de agregate stabile. Asolamentele cu plante amelioratoare au condus la creşterea conţinutului de „C" din sol cu 10% şi a fosforului cu 31%. Efectul rotației complete asupra creşterii conținutului în humus este mic (+0,15% fizic), dar efectul rotației şi al îngrăşămintelor este mare (+85% fizic).

Efectul monoculturilor în cazul altor plante principale – cum ar fi rapița, floarea-soarelui, cartoful, inul, sfecla de zahăr a fost, de asemenea, studiat, iar rezultatele arată, de fapt, un efect depresiv al monoculturii asupra tuturor producțiilor ce se obțin. Repetăm: efectul depresiv apare datorită lipsei de biodiversitate în comunicarea dintre rădăcinile culturii şi biodiversitatea solului, care la rândul ei are nevoie de biodiversitatea populațiilor de deasupra solului, dar ale căror rădăcini se găsesc întotdeauna în sol.

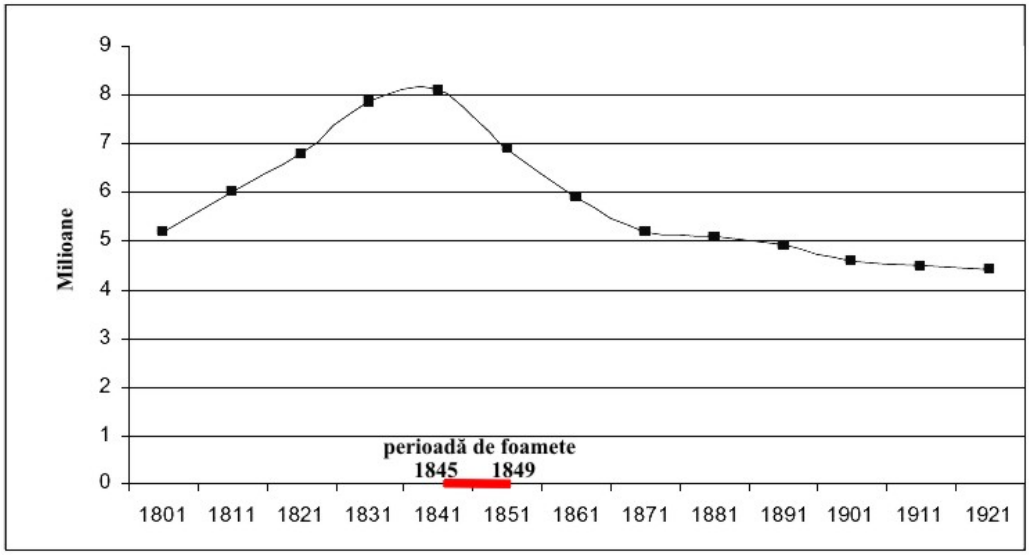


Figura 32. **Efectul patogenului *Phytophtora infestans* asupra reducerii populaţiei Irlandei în perioada 1831-1861** (http://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fe_Hungersnot_in_Irland)

2.4. DESPRE MONOCULTURĂ LA CARTOF

Motto:
Ce ar mai fi viața fără cartof?
Gerhard Pötzch

Cartoful a ajuns în Europa la mijlocul secolului al XVI-lea prin Spania şi Anglia şi a devenit în scurtă vreme hrana de bază a acestui continent. Proveniența lui este America de Sud. Irlanda a fost una din țările care l-au adoptat rapid ca aliment de bază. Insula şi-a dublat în scurtă vreme populația (4 $\rightarrow$ 8 milioane locuitori) tocmai datorită faptului că acest cartof oferă o hrana energetică de înaltă calitate. Dezvoltarea unei strategii alimentare pornind de la „planta cartof", o plantă care azi are nu mai puțin de 400 de boli şi dăunători, reprezintă un risc foarte mare, mai ales dacă planta se cultivă în monocultură. Or, la mijlocul secolului al XIX-lea, fără să cunoască pretențiile plantei față de diversitate şi asolament, în Irlanda a avut loc o mare catastrofă provocată de un an rece şi umed pe fondul monoculturii îndelungate. Era, firește, vorba de mana (*Phytophtora infestans*) care a distrus complet culturile de cartof.

Figura 33. **Spori de mana cartofului (*Phytophthora infestans*)**

Mana cartofului, foarte favorizată de monocultură, a creat o adevărată catastrofă peste tot, şi anume: în 1845 a distrus recolta de cartof aproape în întregime în America de Nord. Din 1845-1851 a creat o foame generalizată în Irlanda, care s-a finalizat cu peste un milion de morți, iar 3 milioane s-au exilat în America de Sud.

Consecinţele s-au extins în plan social şi militar, căci o dată cu mijlocul secolului al XIX-lea s-au înăsprit mişcările naţionaliste şi s-a născut celebrul conflict dintre Irlanda şi Anglia.

Asemenea catastrofe umane imense, generate de necunoaşterea tehnologiilor agricole se desfăşoară şi azi sub ochii noştri. Reprimarea biodiversităţii a creat catastrofe în toate vremurile, şi aşa cum se va vedea, riscă să afecteze grav planeta într-un viitor nu prea îndepărtat.

Fenomenele de foamete generate de atitudinea umană în faţa biomasei vegetale şi raporturile ei integrate cu producţia animală au fost frecvente în istoria omenirii şi au omorât mai mulţi oameni decât războaiele sau alte calamităţi naturale.

În anii 2005-2010 România a suferit deficite importante de alimente generate de lipsa tehnologiilor şi practicarea monoculturii. Pe data de 05.06.2008 preşedintele de atunci al României afirma că politica alimentară a României depinde 70% de importuri. Dacă Europa n-ar fi avut alimente este clar că România ar fi intrat în foamete. Să nu uităm că România a suferit de foamete între 1945 şi 1946, Ucraina între 1932 şi 1933. Africa de Nord, Coreea de Nord, China, India, Africa au fost zone mari care în istoria Terrei au suferit de numeroase ori de foamete cumplită.

Azi, mai mult ca oricând, miliardul şi jumătate de oameni ai pământului care suferă de foame o fac pentru că:

- lipsesc tehnologiile agricole;
- lipseşte apa şi fenomenul se agravează datorită modificărilor în rău ale condiţiilor climatice;
- lipsa biodiversităţii şi monocultura domină sistemele economice agrare;
- lipseşte interesul global pentru normalizare.

Cercetările Institutului de Cercetări de la Braşov, ale numeroaselor staţiuni din ţară dar şi din străinătate, au demonstrat că, la această valoroasă cultură, chiar şi în condiţiile efectuării unor tratamente eficace împotriva manei, monocultura aduce de fiecare dată pierderi importante de cultură. Între monocultură şi asolamentul de 2 ani nu există diferenţe semnificative de comportament la nivelul pierderilor.

Mana (*Phytophtora infestans*) demonstrează o plasticitate ecologică şi o vigoare biologică deosebită, cartoful în medie, în peste 20 de locaţii şi pe o perioadă de numai 10 ani, fiind distrus în proporţie de aproape 90%. Combaterea manei cu pesticide performante reduce atacul cu 45%, rămânând însă pierderi importante de circa 40%. Cu cât asolamentul este mai complex, cu atât incidenţa reducerii producţiei este mai mare, rămânând chiar şi la un

asolament de 4 ani cu plante amelioratoare o pierdere de 40%. Producţia nu este însă compromisă.

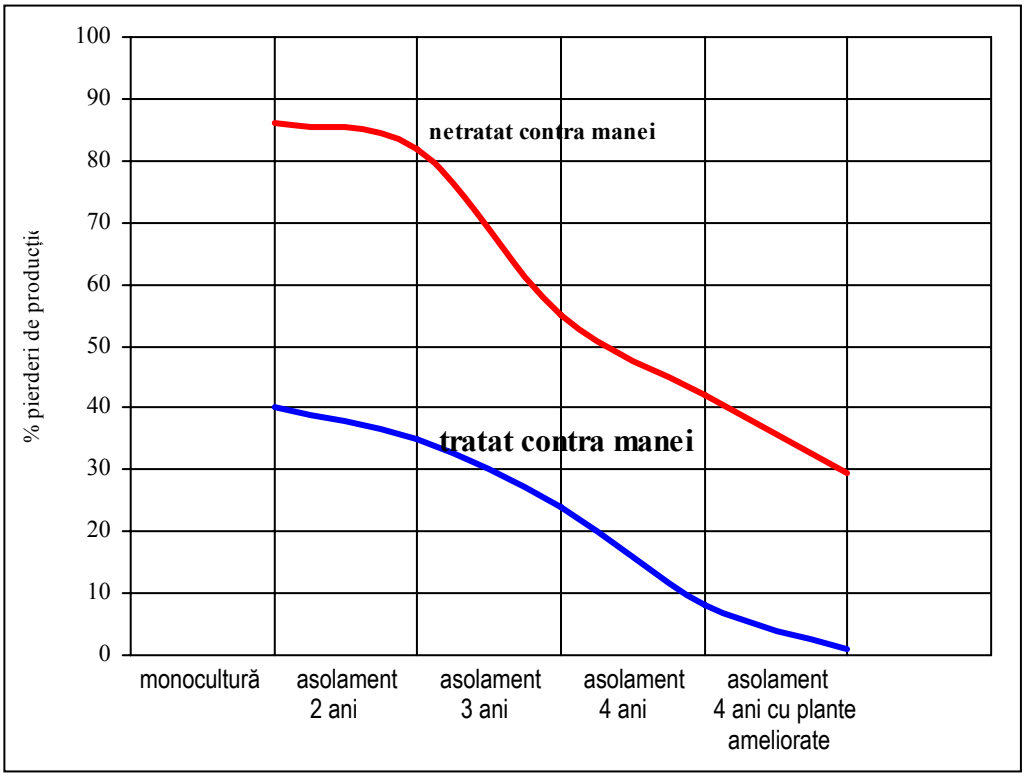


Figura 34. **Pierderile de producţie la cartof în funcţie de asolamente, în condiţii în care s-au efectuat tratamente pentru mană** (sus) **şi nu s-au făcut** (jos)
Date culese din experienţe diverse (10-15 ani), viziune personală.

I.C.P.C.B Braşov consideră că asolamentele de 4 şi 5 ani sunt cele mai potrivite pentru cartof şi este necesar ca ele să fie zonate în funcţie de condiţiile pedoclimatice. Cele mai potrivite premergătoare pentru cartof rămân cerealele, porumbul, iar în viziunea noastră leguminoasele anuale care reduc semnificativ şi necesarul de azot al acestei valoroase culturi. Trifoiul este însă o plantă negativă ca premergătoare pentru cartof.

Necesitatea asolamentului este cerută de multitudinea de paraziţi din sol, care se pot transmite prin rădăcini, tuberculi şi părţile aeriene ale plantei. Enumerăm câţiva: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp*, *Phoma sp*, *Streptomyces scabies*. Aceştia sunt distruşi de asolamente mai mari de 3 ani. Tuberculii reprezintă însă calea cea mai viguroasă de transmitere a agenţilor patogeni (Mitroi D., 1992) pentru noile culturi. Practic nu există agent patogen care să

nu fie prezent în sau pe tuberculi. Înnegrirea bazei tulpinii, putregaiul umed şi mana (*Phytophtora infestans*) supravieţuiesc de la un an la altul numai în tuberculi. Infecţiile secundare se pot face şi din sol şi, de aici, nevoia mare pentru asolament.

Gândacul din Colorado iernează în sol, unde face colonii masive în caz de monocultură, şi numai rotaţia îl poate reduce atât numeric cât şi ca grad de atac. Afidele, nematozi ca chişti (*Globodera sp*), nematodul comun (*Ditylenchus sp*) şi viermii sârmă, toţi şi toate iernează în sol şi sunt favorizate de monocultură, unele dintre ele, precum *Globodera* neavând soluţii de combatere, decât un asolament de lungă durată.

Cartoful este o cultură intensivă, cultivată însă dominant de micii producători. Conceptul de agricultură alternativă se poate aplica greu în această zonă. Noi vom elabora însă un set de reguli şi pentru această gamă de producători.

2.5. MONOCULTURA DE FLOAREA-SOARELUI

În general, dar neştiinţific, în sălile de clasă, floarea-soarelui intră la „plante tehnice" şi, de regulă, în cadrul rotaţiei, îşi găseşte locul printre ele. În concepţia noastră, floarea-soarelui este o plantă uleioasă, cu o personalitate pregnantă asupra solului, ca şi a plantelor care urmează. Câteva adevăruri sunt de acum stabilite:

1. Floarea-soarelui nu se suportă în monocultură, iar proporţia ei în cadrul unui asolament nu trebuie să depăşească 20%. Au existat foarte numeroşi ani în România când valoroasa cultură s-a solicitat pe piaţă, oferind agricultorilor şi un preţ bun. În condiţii în care cultura a atins un milion de hectare cultivate, au apărut, mai ales în zonele cultivabile din sudul ţării, solicitări pentru monocultură sau pentru asolamente scurte de 2-3 ani. Principala restricţie fiind încălcată, s-au declanşat discuţii tehnologice privind utilizarea unor soiuri rezistente la *Orobanche*, iar firmele producătoare de hibrizi s-au întrecut în a oferi asemenea soiuri, creând iluzia că problema poate fi rezolvată.

Calculele statistice, ca şi comportamentul biologic şi ecologic al speciei *Orobanche cumana*, demonstrează că hibrizii consideraţi rezistenţi sunt în realitate numai „temporar toleranţi" şi că dacă monocultura persistă, *Orobanche* îşi poate crea forme de acomodare şi reactivare pe rădăcinile florii-soarelui.

Pierderile aduse de parazit se situează în medie la peste 60-70% în zonele secetoase şi în monocultură şi la 50-40% în aceleaşi zone în asolamente scurte de 2-3 ani.

Figura 35. **Cultură de floarea-soarelui infectată cu *Orobanche cumana***
(sursa: Yakutkin V.I., 2008)

Figura 36. **Modul de parazitare al speciei *Orobanche cumana***
(sursa: www.zarazihi.net)

2. Monocultura de floarea-soarelui dispune şi de alte restricţii generale, de numeroase alte boli şi dăunători, dintre care citãm:

- Putregaiul alb (*Sclerotinia sclerotiorum*);
- Putregaiul cenuşiu (*Botrytis cinerea*);
- Mana florii-soarelui (*Plasmapara helianthi*);
- Pătarea brună şi frângerea tulpinilor (*Phomopsis helianthi*);
- Fomoza sau înnegrirea tulpinilor (*Phoma macdonaldii*);
- Putrezirea rădăcinii şi tulpinii (*Sclerotium bataticola*);
- Rugina (*Puccinia helianthi*);
- Alternarioza florii-soarelui (*Alternaria* ssp.);
- Pătarea (septonoza) frunzelor (*Septoria helianthi*).

Chiar dacă majoritatea acestor boli poate fi combătută cu fungicide, presiunea de infecţie din ce în ce mai crescută în monocultură, combinată cu presiunea unor dăunători, precum *Tanymecus* şi a lupoaiei, fac imposibilă monocultura de floarea-soarelui şi solicită asolamente de 6-7 ani. Altminteri, presiunea poluantă (P.P.) cu produse fito ar fi nedorită şi inutilă.

3. Printre dezavantajele monoculturii de floarea-soarelui mai enumerăm:

a) epuizarea solului cu apă şi elemente nutritive;

b) modificarea microflorii solului în una nefavorabilă culturii;

c) tasarea solului, datorită caracterului de prăşitoare, ce necesită multe treceri.

După o monocultură prelungită de floarea-soarelui devine necesară ecologizarea solului.

Sinteza alcătuită de noi în figura 37 arată că, în condiţii de monocultură prelungită, pierderile de recoltă sunt prezente chiar la hibrizi toleranţi, acestea putând depăşi la monoculturi foarte extinse cifra de 30%, în condiţiile în care bolile au fost tratate cu fungicide convenţionale specifice şi se apropie de 50% atunci când nu se aplică fungicide.

În condiţiile utilizării unor soiuri sau hibrizi netoleranţi pierderile se dublează. Cu cât creşte numărul de plante în asolament cu atât pierderile se reduc, problema acestora fiind rezolvată numai de un asolament complet, care include şi plante amelioratoare. Cercetătorii ruşi care au lucrat mult la acest program sunt însă de părere că în zonele mai umede rezultatele pot fi semnificativ modificate şi că se poate lucra şi cu asolamente mai scurte. Acest lucru a fost confirmat şi de cercetătorii Institutului Tehnic al florii-soarelui din Franţa. Deşi la CETIOM producţia de floarea-soarelui a fost de numai 1500 kg/ha, într-o rotaţie simplă floarea-soarelui – grâu, prima dintre ele este considerată excelentă pentru grâul dur (B.N. Terre – net – 2007).

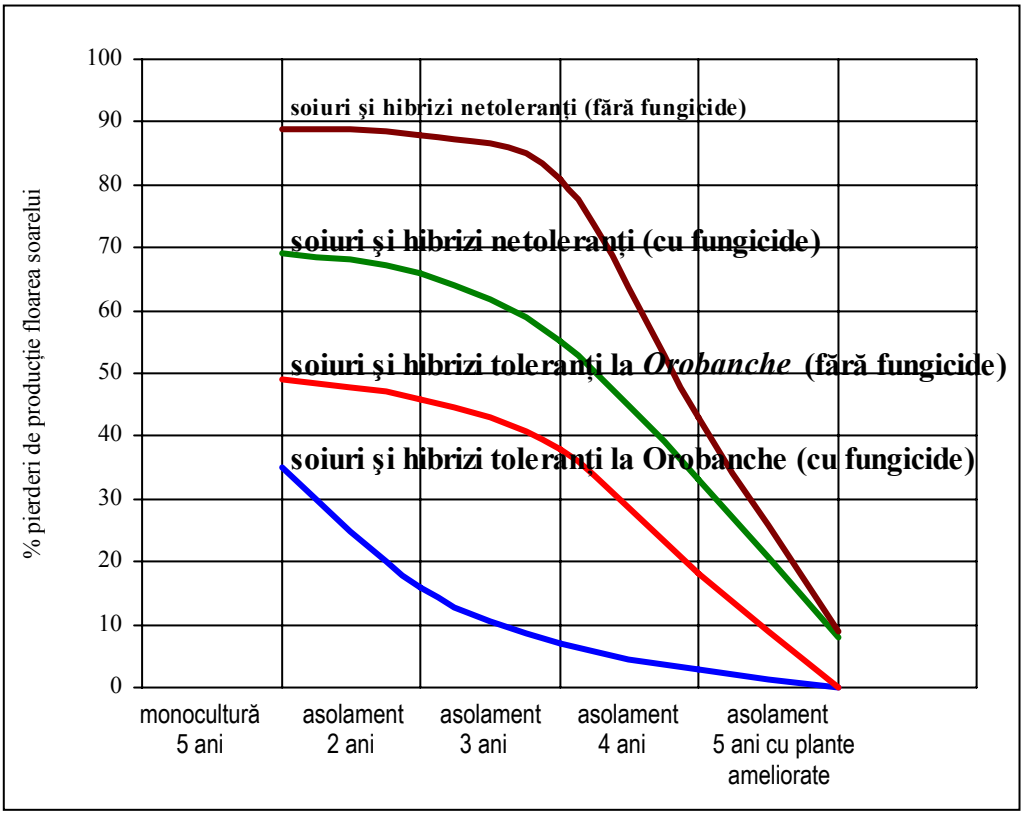


Figura 37. **Reducerea pierderilor de producţie la floarea-soarelui prin folosirea de tratamente, hibrizi toleranţi şi folosirea fungicidelor**
(viziune personală bazată pe datele furnizate îndeosebi de Centrul Rus de control al bolilor şi paraziţilor la floarea-soarelui + observaţii proprii – medii pe circa 10 ani ±10%)

Pentru un sistem de agricultură alternativă, un asolament simplu de 2 ani (grâu-floarea-soarelui), deşi mult mai bun decât monocultura, nu poate fi luat în considerare. Asolamentele de 5 ani cu o plantă amelioratoare creează plantelor acel sindrom „R.S.D" (Rezistență Sistemică Dobândită), un fel de imunosistem care permite o bună dezvoltare a plantelor, dar şi o rezistență sporită față de boli şi dăunători. Aşa cum se va vedea, R.S.D.-ul poate fi obținut şi prin utilizarea unor activatori biodiversificatori ai solului (tip Biovin), despre care se va vorbi într-un capitol următor. Urmează a fi stabilit în ce măsură aceste noi produse vor putea reduce şi durata asolamentului.

2.6. MONOCULTURA LA PORUMB

Pornind de la principiul că pentru nicio plantă monocultura nu este indicată, susținem acest lucru şi în cazul porumbului, cu precizarea că pentru ea însăşi, cultura porumbului este mai tolerantă decât alte culturi, deşi există numeroase restricții care solicită la rândul lor un asolament convenabil şi pentru porumb.

Ce restricții ar putea impune neapărat renunțarea la monocultura de porumb?

1. În primul rând unii dăunători specifici constituie restricții importante. Staicu I. (1969) consideră că *Ostrinia nubilalis* (Sfredelitorul porumbului) şi *Tanymecus dilaticollis* (Rățişoara porumbului) fac aproape imposibilă monocultura porumbului în zonele cu potențial mare de infecție, deşi există astăzi produse de tratat sămânța care ar permite o protecție mulțumitoare. Pe de altă parte, monocultura de porumb, prin favorizarea înmulțirii rățişoarei, devine o foarte proastă plantă premergătoare şi pentru floarea-soarelui. Fenomenul este prezent în tot sudul României, dar este deosebit de intens în Dobrogea şi Tulcea.

Încălzirea globală, inclusiv cea din România, a condus la migrarea rățişoarei dincolo de Carpați, unde nu reuşise deloc să ajungă până în ultimii ani. Deocamdată, pagubele sunt limitate. Persistența monoculturii, mai ales în zonele de dealuri şi de sub munte, poate conduce la dezvoltarea populațiilor de *Tanymecus*, şi prin aceasta la creşterea suprafețelor restricționate pentru monocultură.

O nouă restricție entomologică vine acum să aducă noi argumente în defavoarea monoculturii. Este vorba de dăunătorul *Diabrotica virgifera virgifera* (vezi montajul din figura 38). Dăunătorul a plonjat în Iugoslavia direct din America şi, pe măsură ce s-a extins, favorizat şi de încălzirea climatică din Europa, a schimbat complet gândirea specialistului privind cultura porumbului.

Atacul dăunătorului este foarte puternic în vetre, dăunătorii fiind atât adulți prezenți pe plante, cât şi larve. Adulții atacă din iunie până în septembrie pe frunze, mătase şi ştiuleți, iar larvele ieşite din ouăle depuse în pământ la începutul vegetației atacă îndeosebi rădăcinile, putând compromite cultura pe zone întinse (Serviciul Român de Protecția Plantelor), conform tuturor specialiştilor din România şi din toată lumea.

CEA MAI IEFTINĂ METODĂ DE COMBATERE

A DĂUNĂTORULUI *DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA*

ESTE EVITAREA MONOCULTURII.

Diabrotica virgifera virgifera – atac la mătasea porumbului

Diabrotica virgifera virgifera – adult

Diabrotica virgifera virgifera – atac la rădăcini

Urmare a atacului la rădăcini, plantele de porumb sunt distruse şi cad la primul vânt

Diabrotica virgifera virgifera – larve

Figura 38. **Montaj privind dăunătorul *Diabrotica virgifera virgifera* şi atacul lui asupra porumbului** (Sursa: www.jki.bund.de)

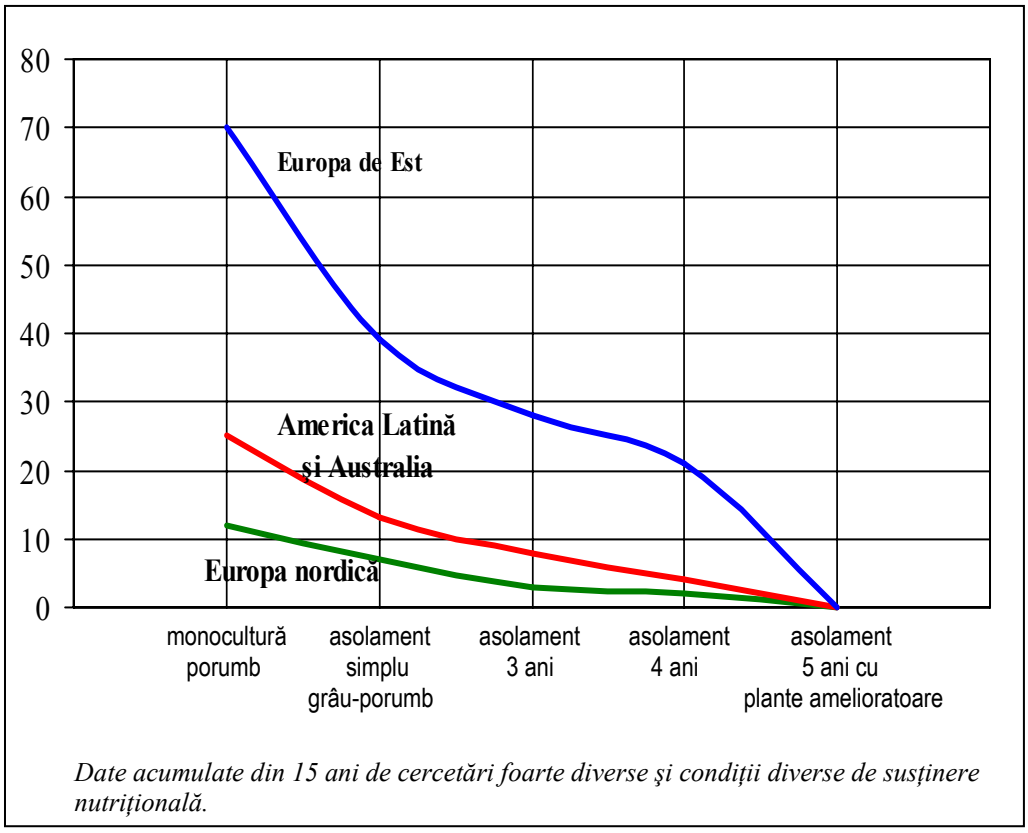
Pe solurile erodate din zona Perieni, asolamentele simple grâu-porumb pot dubla producția de la 911 kg/ha la 2101 kg/ha (Jităreanu, 2008). Cu toate acestea, aşteptările asupra nivelului recoltelor sunt reduse, cercetătorii de la USAMV Iaşi recomandând asolamente largi, cu solă săritoare şi cu accent principal pe lucernă. Pe lângă creşterile importante de recoltă (3x), conservarea biologică a solului şi evitarea pierderilor prin eroziune, se apropie de optimum.

Deoarece multitudinea cercetărilor efectuate pe toate continentele lumii nu permit o afirmație categorică, decât în zona europeană şi, uneori, sud-americană, ne putem închipui că există cauze speciale pentru care monocultura de porumb are comportamente diferite.

Presiunea asupra monoculturii de porumb în Europa de Est este dată îndeosebi de dăunătorii *Tanymecus*, *Diabrotica virgifera virgifera*, ca şi de *Pyraustra nubilaris*. O cauză importantă pentru restricția monoculturii în Europa Centrală şi de Est o constituie deficitul de apă din lunile iulie şi august, ca şi numeroasele deficiențe în sistemul lucrărilor solului. În nordul continentului european porumbul se cultivă dominant pentru siloz, în două scopuri: nutriția animală şi obținerea biogazului.

Deşi cantitatea de precipitații tinde să scadă şi în acest perimetru datorită modificărilor climatice, monocultura de porumb se menține pe suprafețe mari datorită utilizării masive a gunoiului de grajd care poate substitui, fie şi parțial, presiunea stării biologice şi a sănătății solului asupra monoculturii de porumb. Din aceste motive, comportamentul porumbului în monocultură a fost studiat pentru 3 categorii de zone pedoclimatice (Buhre C. şi colab., 2007, Pointreau Th. şi colab., 2000, Ritchie B. 2003, Dost R şi colab., 2000, Staicu I. 1969, Ailincăi C. şi colab., 2007, Jităreanu G. 2008, Brunt L. 1999 şi alții) (vezi figura 39).

Pentru agricultura în transformare nici monocultura de porumb nu poate fi acceptată mai des în zonele de cultură intensivă şi, mai ales, dacă se urmăreşte nivelul producției de boabe.



Date acumulate din 15 ani de cercetări foarte diverse şi condiţii diverse de susţinere nutriţională.

Figura 39. **Pierderile generate de monocultura de porumb în diferite zone ale lumii** (colectare date, procesare şi viziune personală)

Pornind de la un conţinut de 4% carbon în sol în 1888, în peste 100 de ani de monocultură de porumb, conţinutul acestui valoros element care dă stabilitate şi sănătate solurilor a scăzut de peste 4 ori pe solurile nisipoase din Missouri şi de circa 2 ori pe solurile lutoase din Illinois (figura 40). Grâul în monocultură pe 100 de ani a redus mai puţin conţinutul în carbon decât porumbul. Aplicarea a câte 6 t/ha/an îngrăşământ organic sub formă de gunoi a dublat practic conţinutul de carbon din sol, fără a putea reveni la conţinuturile iniţiale cu care s-a pornit în experiment. Această experienţă valoroasă demonstrează o dată în plus că nu există încă factori de stabilitate a rotaţiei plantelor şi că găsirea unor modele noi de agricultură alternativă necesită şi altceva decât o simplă doză de 6 t/ha/an de gunoi de grajd.

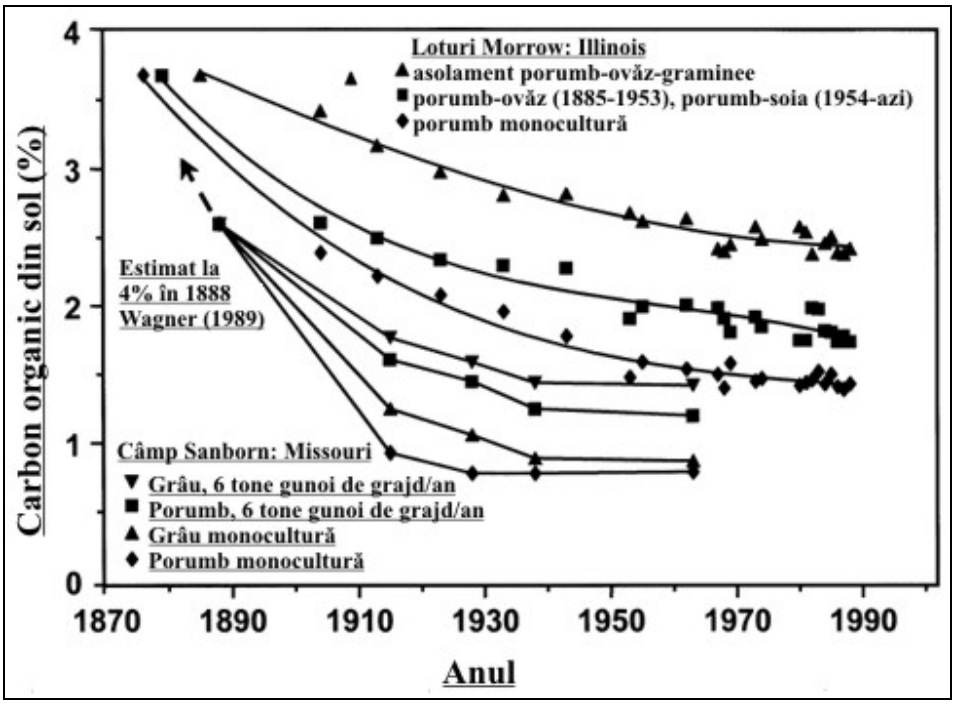


Figura 40. **Efectul pe termen lung al rotaţiei culturilor asupra conţinutului de carbon al solurilor în America** (Mahdi Al-Kaisi, 2002)

2.7. ASPECTE PRIVIND MONOCULTURA DE RAPIŢĂ

Mai mult decât în cazul altor plante, efectul monoculturii de rapiță asupra propriei ei producții şi calități trebuie văzut în contextul variațiilor mari de climă şi sol de pe planetă. La nivelul Europei, rapița, plantă de climă rece, găseşte condiții bune de vegetație în țările din nordul Europei, unde atât riscul de secetă cât şi cel de îngheț sunt minime. În asemenea condiții există lucrări (Govronsko-Kulesza, 2006) care susțin că, într-o monocultură de până la 8 ani, rapița poate rezista fără a-şi reduce producția şi calitatea şi fără a fi afectată în mod deosebit de dăunători şi boli.

Dimpotrivă, cercetătorii francezi de la Citiom (2009) consideră că rapița se comportă foarte bine într-o rotație de 4-5 ani, în care caz poate aduce un spor de până la 20-30% la nivelul producției şi poate fi folosită ca o bună plantă premergătoare pentru culturile de cereale (grâu, orz, ovăz). Calitatea de bună plantă premergătoare trebuie căutată în raportul dintre rădăcini şi sol, care favorizează menținerea unui sol structurat, cu o arhitectură optimă pentru raportul apă/aer din sol.

Cercetările efectuate de Cristen (2001) şi citate şi de Wagner (2008) în spațiul german arată că rotațiile, chiar şi cele simple, sunt mai bune decât varianta monocultură. Experiențele au fost efectuate în 1988-2000 şi sunt sistematizate în figura 41. Rapița reacționează chiar şi la monoculturi simple de cereale, orzul fiind însă cu 4% superior ca premergătoare grâului. Asolamentul de 3 ani, rapiță-grâu-orz, măreşte producția cu încă 4% (+ 4,4 q/ha).

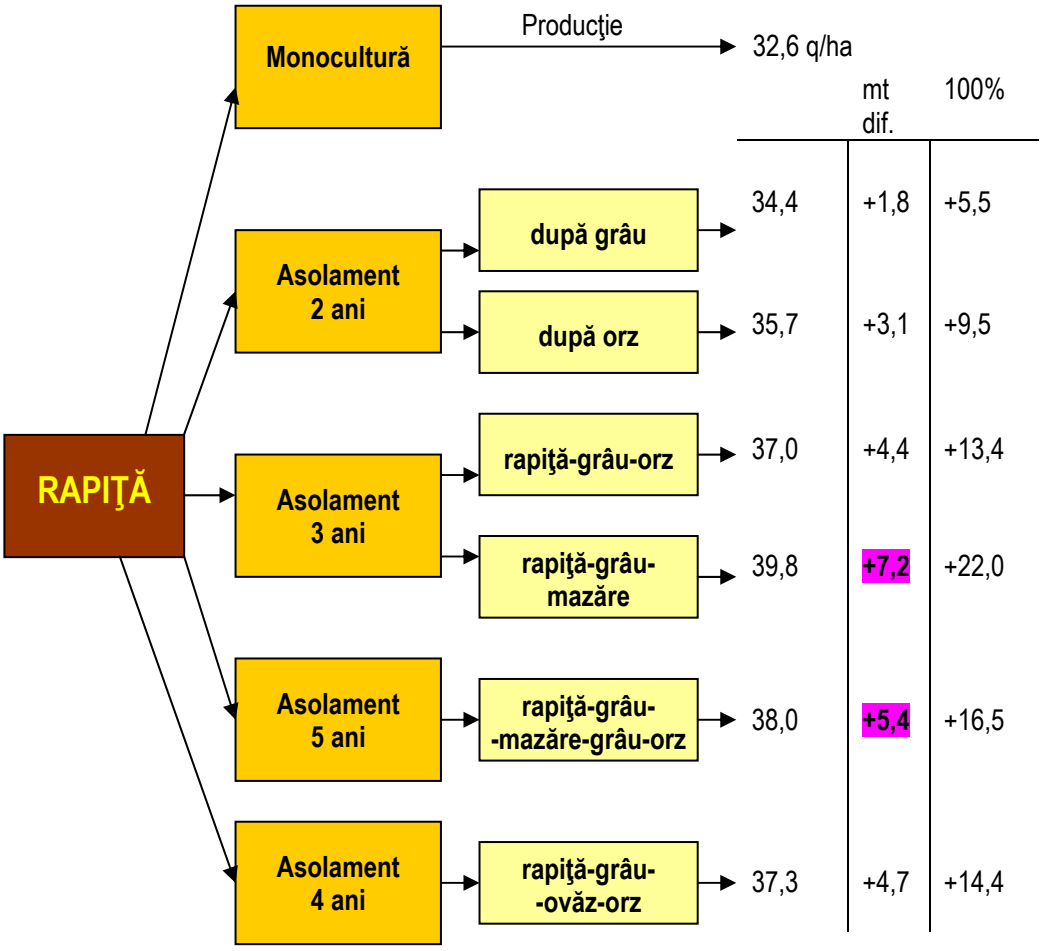


Figura 41. **Reacţia culturii de rapiţă în monocultură şi în diferite asolamente**
(prelucrare după Christea, 2001)

Dacă însă în asolament se introduce o plantă amelioratoare precum mazărea, sporul de recoltă creşte semnificativ (22% sau 7,2 q/ha, ceea ce, la prețurile anului 2009, înseamnă un plus de peste 210 euro/ha).

Asolamentele de 4 şi 5 ani fără plante ameliratoare nu sunt superioare asolamentelor de 3 ani care includ însă leguminoase (mazăre).

Menționăm că efectul monoculturii a fost studiat şi de mulți alți cercetători amintiți mai sus, o dată cu cererea crescută de semințe de rapiță, mai ales pentru obținerea de biodiesel. S-a născut şi ideea găsirii unor soluții alternative care să susțină monocultura. Cu toate că poate fi susținută un număr de 2-4 ani, dezavantajele pe care scoaterea ei din asolament le-ar aduce acestuia sunt generate în mod deosebit de calitatea ei deosebită de plantă premergătoare, mai ales pentru culturile de cereale.

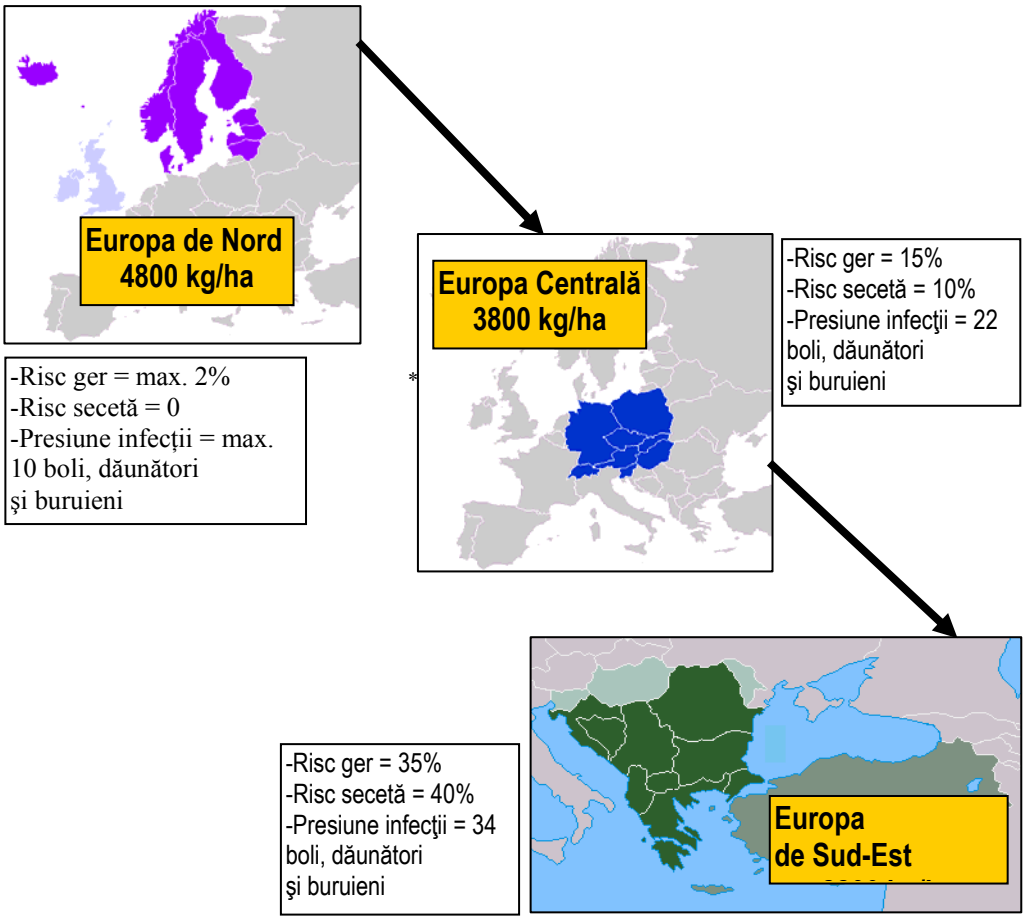


Figura 42. **Descreşterea producţiilor de rapiţă pe măsură ce cultura se deplasează de la nord spre sud-est** (calcule personale)

[*] Prin presiunea de infecții se înțelege aici cantitatea totală de producție redusă datorită factorilor de risc biologic

În ultimii 20 de ani, rapița pentru semințe a început să se extindă spre sud-estul Europei, unde condițiile de cultură sunt mai restrictive decât în Europa Centrală şi de Nord şi, în consecință, şi nivelul recoltelor este mai mic. Pe de altă parte, relația între climă şi agricultură este necesar a fi revăzută pentru întreaga agricultură europeană şi locală. Restricțiile impuse de factorii de dezvoltare ai culturii cresc în amploare şi diversitate pe măsură ce înaintăm din țările din nordul Europei către sud-estul Europei şi se conturează cu producții mai mici.

Din această figură, în care s-au luat în considerare factori tehnici comparabili, rezultă că, dacă în sud-estul Europei, inclusiv în România, producția de rapiță, datorită riscului de ger (aproape 40%) şi de secetă (tot 40%), ca şi a presiunii foarte mari generată de insecte, boli şi dăunători, poate fi compromisă în cel puțin 40% din cazuri, acest lucru este foarte greu de întâlnit în Europa Centrală şi imposibil în Europa de Nord. Atitudinea față de monocultură este şi ea diferită, pentru că diferențele de producție în monocultură cresc în acelaşi sens.

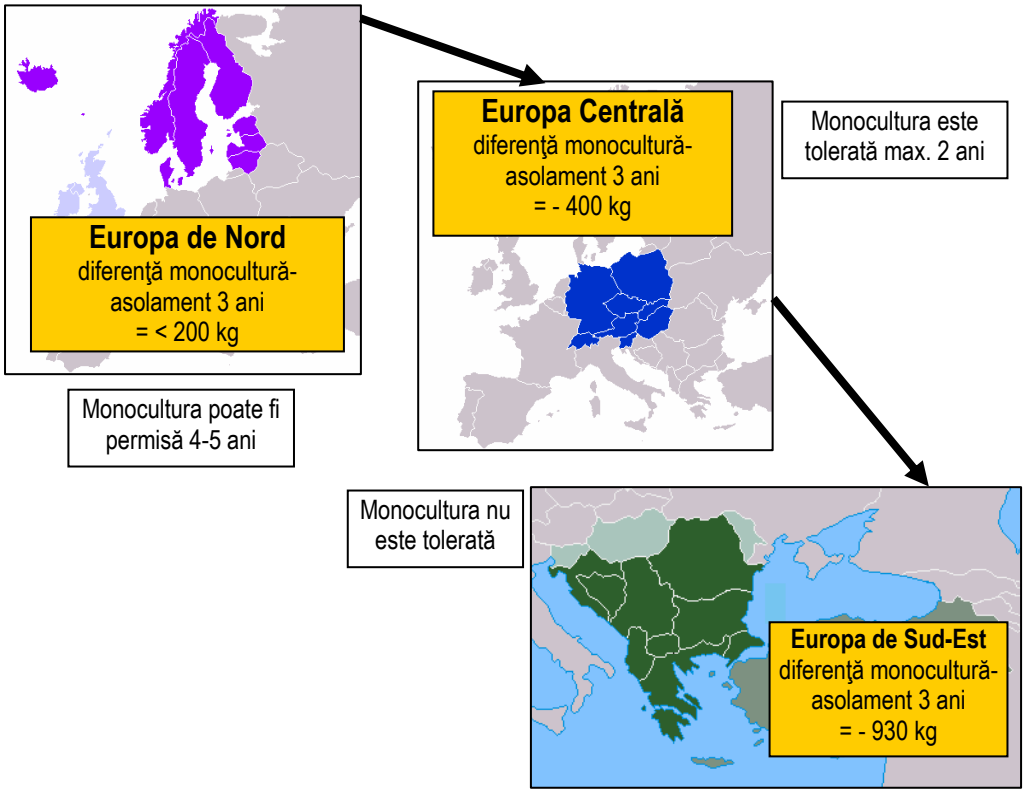


Figura 43. **Scăderile de producţie practicate în monocultura de rapiţă în diferite zone ale Europei**

Din aceste considerente, dar şi ca urmare a studiilor şi observaţiilor făcute în România, considerăm practicarea monoculturii în România ca foarte păguboasă, atât prin pierderile directe, cât şi prin absenţa ei ca bună premergătoare pentru grâu.

Printre restricţiile ce impun eliminarea monoculturii de rapiţă am arătat că presiunea de infecţie cu dăunători este în România mai mare decât oriunde în Europa. Dintre dăunătorii foarte periculoşi amintim:

***Ceutorhynchus assimilis* (gărgăriţa semincţelor de crucifere)**

Figura 44. ***Ceutorhynchus assimilis* – adult**

Figura 45. **Plante atacate de *Ceutorhynchus assimilis*** (original)

Semincţele sunt devorate de larve, iar pagubele pot să ajungă uşor la 40%.

Tot din neamul gărgăriţelor face parte şi ***Ceutorhynchus napi***, cunoscută şi sub denumirea de **gărgăriţa tulpinilor de rapiţă**.

Figura 46. **Larvă de *Ceutorhynchus napi*** (original)

Figura 47. **Daune la tulpină** (original)

Meligethes aeneus (**gândacul lucios al cruciferelor**) atacă şi mănâncă până la distrugerea bobocilor florali şi a florilor. Pagubele sunt, de asemenea, până la 40-50% sau mai mult.

Figura 48. ***Meligethes aeneus*** **– adult** (original)

Figura 49. ***Meligethes aeneus*** **– atac la flori** (original)

O serie întreagă de purici, afide şi insecte polimorfe (păduchele cenuşiu) pot să atace rapița mai ales în monocultură. Toți dăunătorii rapiței iernează sub formă de larve în sol şi de aceea este preferabil a fi schimbată pentru cultură în vederea reducerii atacului.

Bolile rapiței în spațiul românesc sunt, de asemenea, numeroase. Citățm doar câteva:

- putregaiurile
- făinarea
- mana
- alternarioza.

Ele pot, de asemenea, reduce producția cu 15-20% în condiții de monocultură şi fără tratamentele recomandate de specialişti. Cu toate riscurile pe care le are în spațiul românesc, rapița, cultură relativ nou introdusă în zonă, rămâne, alături de cerealele de toamnă şi mazăre, o cultură de bază în peisajul agricol al României. Ea este o bună premergătoare pentru culturile de cereale, cu care creează un foarte interesant complex agronomic, eficace pentru agricultorii performeri în sudul României în mod deosebit.

2.8. PROBLEME PRIVIND MONOCULTURA LA SFECLA DE ZAHĂR

Majoritatea cercetătorilor (Bălteanu, 20001, Stănescu, 1976, Scheibe, 1953 şi alţii) consideră sfecla de zahăr total nepotrivită ca monocultură. În România cercetări numeroase s-au făcut la Staţiunea Experimentală Lovrin, care arată că:

- în monocultura de 4 ani scăderea producţiei a fost de 19%;
- monocultura de 5 ani a condus la pierdere de 54%.
- Cercetări asemănătoare efectuate de Stancu şi colab. în Iugoslavia (1986) arată că într-o monocultură de 5 ani sfecla îşi reduce producţia cu:
- 16% în al doilea an de monocultură;
- 24% în al patrulea an de monocultură;
- 32% în al cincilea an de monocultură.

Într-o monocultură de 20 de ani, sfecla a arătat o pierdere a recoltei până la compromitere. De recunoscut, arată aceiaşi autori, este faptul că fertilizarea nu a putut să elimine pierderile de producţie şi calitate, pierderile fiind la fel de mari ca şi în variantele nefertilizate.

Au demonstrat cercetătorii de la Lovrin (Nicolae M. 1971, citat de Bălteanu, 2001) că sfecla după sfeclă este cea mai proastă soluţie şi că ea în niciun caz nu trebuie practicată (tabelul 2).

Tabelul 2

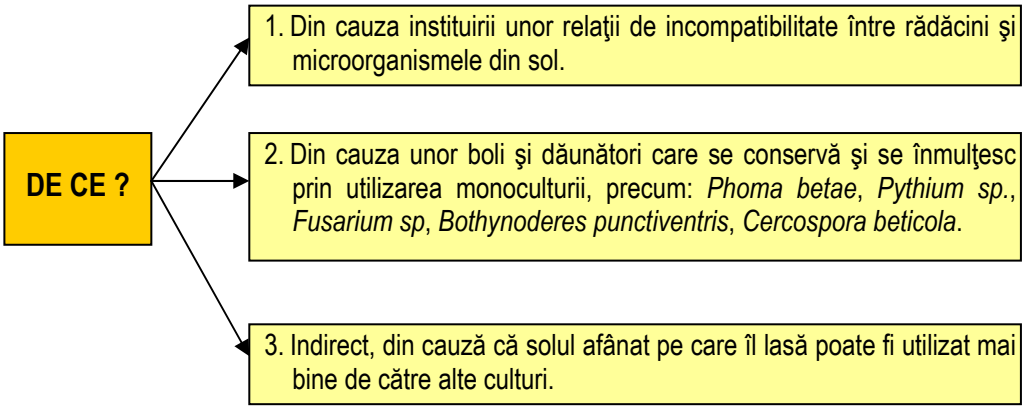
Influenţa plantei premergătoare asupra producţiei de sfeclă
(Nicolae M., 1971)

Nr. crt.	Plantă premergătoare	Producţia de rădăcini		Producţia de zahăr	
		to/ha	%	to/ha	%
1	Sfeclă	28,9	100	4,85	100
2	Cânepă	34,7	120	6,28	120
3	Porumb	39,5	136	7,11	146
4	Grâu	41,8	144	7,39	152
5	Mazăre	46,1	159	8,20	169

Deşi există autori care cer necultivarea sfeclei după leguminoase din cauza unor dăunători comuni, efectul ameliorator al mazării, în experienţa de la Lovrin, o face pe aceasta cea mai bună premergătoare. Numai motivele de structură a asolamentului şi importanţa mazării ca premergătoare pentru alte culturi ne fac să utilizăm cu precădere grâul ca premergătoare pentru sfeclă şi nu mazărea.

Cercetări efectuate pe zona tropicală, unde Syngenta încearcă să introducă sfecla pentru zahărul necesar fabricării bioetanolului, consideră că sfecla de zahăr trebuie exclusă de la monocultură, în timp ce trestia de zahăr, plantă perenă, este obligată la monocultură, aceasta şi din cauza unor relaţii speciale cu solul şi unele bacterii.

2.8.1. De ce nu suportă sfecla monocultura?



Dacă ne referim la relaţiile dintre microorganismele bacteriene şi sol, observaţiile noastre arată că în zona periradiculară se înmulţesc bacteriile de tip descompunători aerobi, care se hrănesc dominant cu zaharurile emise în sol de rădăcini şi lipsesc cele asociative sau libere fixatoare de azot. Din această cauză, spre deosebire de cereale, sfecla necesită mai multe îngrăşăminte chimice, capacitatea ei de a degrada composturile şi chiar acizi aminici din bălegar fiind mai mică. De asemenea, sunt mai reduse ciupercile sanitare ale solului, precum: *Fusarium, Alternaria*, ca şi speciile de *Phytophtora*.

Bolile şi dăunătorii sfeclei constituie însă principalii factori care solicită evitarea monoculturii. Bolile care creează degradarea şi căderea plantulelor, precum *Fusarium spp., Phytium spp., Phoma spp., Aphanonyces spp., Rhizoctonia spp.* şi *Ervinia spp*, îşi găsesc locul de infecţie cu precădere pe resturile vegetale ale solului şi atacă germenii de sfeclă foarte timpuriu sau partea aeriană de tulpină, imediat sub cotiledoane. În condiţii de umiditate ridicată, mai ales atunci când este şi cald, atacul este energic şi pot compromite cultura la intensităţi mari. Singura variantă alternativă pentru controlul acestor boli rămâne asolamentul de 5 ani şi tratarea solului cu Biovin şi alte composturi speciale, inclusiv utilizarea endomicorizei.

Figura 50. **Atac de *Pythium* la plăntuţele de sfeclă** (după Windels şi colab., 1989)

2.8.2. Cercosporioza frunzelor

Mai este cunoscută şi sub denumirea de pătarea roşie a frunzelor. Conform lui Bărbulescu şi colab. (2002), agentul patogen, cunoscut sub denumirea de *Cercospora beticola,* prezintă un micelin hialin*, pluriseptat, care se dezvoltă intracelular (adică în interiorul celulei), asemenea cirozei hepatice la oameni. Petele devin roşii şi foarte evidente, iar conidiafori apar pe ambele fețe ale petelor, sub formă de mici buchete scurte.

În relațiile dintre planta de cultură şi parazit este de reținut faptul că ciuperca se poate găsi şi pe alte plante de tip buruieni, multe îndepărtate sistematic, cum ar fi *Chenopodium, Medicago, Amaranthus, Malva, Trifolium, Lactuca* şi altele. Principala sursă de infecție o constituie chiar resturile de sfeclă, dar şi buruienile specifice care o însoțesc. În aceste resturi poate ierna boala şi de aceea, în condiții de monocultură, se răspândeşte foarte repede, mai ales pe frunzele dezvoltate. Petele pe frunze se dezvoltă în 5-21 de zile de la infecție.

* Hialinul este un amestec de proteine plasmatice cu structură omogenă (vezi Dex-ul).

Figura 51. **Spori argintii ai speciei *Cercospora beticola* apăruţi chiar în zona stomatei, în bucheţele mici, pe vreme umedă şi caldă** (Sursa: C.Windels, 1989)

Figura 52. **Atacul pe frunze al ciupercii *Cercospora beticola* se manifestă prin pete circulare (2-3 cm) sau eliptice, brun deschis în centru şi mai roşii spre periferie, odată cu apariţia sporilor. Se extinde atacul pe frunze, acestea se usucă şi mor** (vezi şi figura 47) (Sursa: C. Windels, 1989)

Figura 53. **Atacul avansat al ciupercii conduce la moartea frunzelor şi diminuarea sau compromiterea recoltelor. Pagube de 30-40% sunt obişnuite în cazul atacului consistent** (Sursa: C.Windels, 1989)

În managementul alternativ al controlului bolii se va ține cont de:

- revenirea culturii pe aceeaşi suprafaţă o dată la 5 ani;
- alegerea solurilor (evitarea celor sărate şi umede);
- alegerea soiurilor (promovarea soiurilor rezistente);
- distrugerea plantelor gazdă;
- tratamente fungicide în rotație cu monitorizarea atentă a necesarului de tratament şi alegerea celor mai potrivite pesticide cu un grad redus de risc pentru presiunea poluantă.

Deoarece unele din principalele potențiale plante premergătoare sunt vectori importanți ai bolii (lucerna, mazărea, trifoiul, spanacul şi numeroase alte plante cu frunza lată), este de preferat ca acestea să nu fie alese ca principale plante premergătoare (ex. mazăre). În locul acesteia este de preferat în primul rând grâul şi în al doilea rând porumbul care, în managementul *Cercosporozei* asigură un control mai bun al bolii şi o stabilitate mai mare a recoltelor şi a calității lor.

Există mai multe boli, printre care citățm:

– *Peronospora farinosa ssp. betae*;

– *Pseudomonas syringae ssp. optata*, boală bacteriană care seamănă mult cu *Cercospora* ca simptome ale atacului;

– *Erysiphae betae* – făinarea sfeclei;

– *Uromyces betae* – rugina sfeclei.

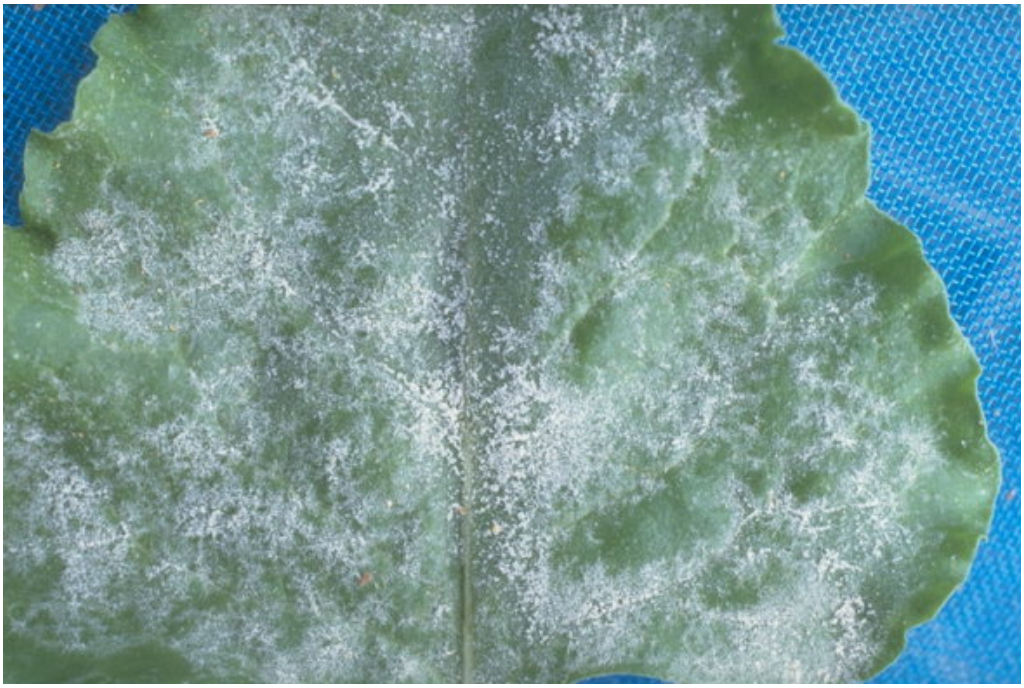


Figura 54. ***Erysiphae betae*****, atac generalizat la frunzele de sfeclă**
(Sursa: INRA France)

O serie de alte boli generate de virusuri, printre care mozaicul sfeclei (Beet mosaic virus) sau *Rizomania* (îngălbenirea necrotică a nervurilor – Beet necrotic yellow virus, un virus foarte periculos), demonstrează faptul că relațiile dintre plantele de sfeclă şi sol sunt puternic afectate dacă, atât asolamentul cât şi alegerea premergătoarei scapă managementului culturii.

Dăunătorii sfeclei de zahăr sunt, de asemenea, numeroşi şi periculoşi. Citățm câțiva dintre ei:

– ***Bothynoderes punctiventris***, denumită popular gărgărița cenuşie a sfeclei, este cel mai răspândit dăunător. Dăunătorul este mare, are 10-12 mm şi o singură generație. Iernează în sol ca adult.

Atacul adulţilor este foarte periculos pentru că retează plantele tinere de la colet. El devorează, de asemenea, frunzele cotiledonale şi distruge şi primele 3 frunze adevărate. Pagubele merg până la compromiterea culturilor în primăverile secetoase şi călduroase. Larvele sunt, de asemenea, foarte periculoase prin galeriile pe care le creează în rădăcini. Cantitatea este puternic redusă, iar calitatea sfeclei este, cel mai adesea, compromisă.

– ***Tanymecus palliatus*** (rățișoara sfeclei) este o rudă apropiată a rățișoarei porumbului. Ea este prezentă în întreaga România, dar mai frecventă în Transilvania.

Figura 55. ***Bothynoderes punctiventris* – adult, care rămâne în sol**
Foarte periculos la sfeclă (Sursa: http://www.zin.ru/Animalia/coleoptera/images/kv_mak/bothynoderes_punctiventris.jpg)

Figura 56. ***Tanymecus palliatus* – adult.**
Este o specie polifagă cu o generaţie la 2 ani (Sursa: www.biolib.de)

Adulţii rod plantele tinere, frunzele cotiledonale şi primele frunze adevărate. Locul de iernare este tot solul.

Foarte periculoşi s-au dovedit a fi în ultimul timp şi păduchele negru al sfeclei (*Aphis fabae*), puricele sfeclei (*Chaectocnema tibialis*), viermii sârmă (*Agriotes spp*), buha verzei (*Mamestra brassicae*), gândacul țestos al sfeclei (*Cassida nebulosa*), molia sfeclei (*Scrobipalpa ocellatella*), musca minieră a

sfeclei (*Pegomya betae*) şi multe altele. Toate insectele, toţi dăunătorii sfeclei devin cu atât mai periculoşi cu cât sfecla apare mai frecvent în asolament, iar monocultura creează adevărate bioinvazii pentru că relaţiile dintre plantele de sfeclă şi sol se interferează în peste 90% din cazuri cu dăunătorii culturii.

2.8.3. Necesarul de elemente nutritive şi creşterea valorii sfeclei în asolament. Variante alternative

Sfecla de zahăr, datorită nivelului ridicat de biomasă pe care îl produce, este corelativ o mare consumatoare de elemente de nutriţie. Citându-l pe Soltnev (1990), Bălteanu Gh. (2001) susţine că sfecla de zahăr este o mai mare consumatoare de potasiu decât azot. În acelaşi timp, alte elemente de nutriţie precum sodiu, calciu şi magneziu ocupă un loc cu mult mai important în nutriţia sfeclei de zahăr decât alte culturi consacrate (vezi tabelul 3).

Tabelul 3

Necesarul de elemente nutritive al sfeclei de zahăr pentru o tonă de substanţă proaspătă (Bâlteanu Gh., 2001)

Componentele biomasei	Consum în kg/tonă substanţă proaspătă					
	N	P_2O_5	K_2O	Na_2O	CaO	MgO
Rădăcini	1,0-1,5	0,7-0,9	1,8-2,2	0,6-0,8	0,4-0,6	0,4-0,6
Frunze	3,0-3,5	1,0-1,5	4,0-6,0	2,0-2,5	1,0-2,0	1,0-2,0
Total	**4,0-5,0**	**1,7-2,4**	**5,8-8,2**	**2,6-3,3**	**1,4-2,6**	**1,4-2,6**

Reanalizând consumul de elemente în funcţie de nivelurile de producţie, acesta, preluat după Bălteanu Gh., se prezintă în tabelul 4.

Tabelul 4

Necesarul sfeclei de zahăr în elemente nutritive pentru 3 timpi de producţie

Treapta de producţie (to/ha)	Elemente nutritive folosite kg/ha					
	Azot	Fosfor	Potasiu	Sodiu	Calciu	Magneziu
30 t rădăcini 27 t frunze şi colete	125	46	188	80	40	46
40 t rădăcini 30 t frunze şi colete	167	61	251	106	53	61
50 t rădăcini 36 t frunze şi colete	209	76	313	133	76	67

Deşi elemente nutritive participă diferit la realizarea componentelor producţiei, consumul lor creşte după curbe paralele (vezi tabelul 5).

Tabelul 5

Repartizarea consumului de elemente nutritive la sfecla de zahăr pe perioade vegetale

(Bâlteanu, 20011% din consum total)

Lunile	N	P_2O_5	K_2O
Mai	1,3	0,7	1,0
Iunie	20,2	14,3	13,0
Iulie	46,0	34,0	42,0
August	17,0	23,2	23,0
Septembrie	11,0	17,8	14,0
Octombrie	4,5	10,0	7,0

Cea mai mare cantitate de azot şi potasiu se află în frunze şi colete. Azotul se consumă dominant pentru formarea frunzelor, potasiul pentru funcționarea fotosintezei şi producția elaboratelor metabolice, în timp ce fosforul este determinant pentru maturare. Din aceste motive, aplicarea în tandem a îngrăşămintelor cu fosfor şi potasiu s-a dovedit a fi optimă la doza $N_{167}P_{94}$, la care s-au obținut peste 10,5 kg zahăr alb la o unitate de îngrăşământ. Există un număr extrem de mare de cercetări privind stabilirea şi aplicarea dozelor de îngrăşăminte, toate cu efecte favorabile.

Cu toate acestea, s-a constatat că dacă frunzele rămân pe teren, există dificultăți în degradarea lor. Numai cu aplicarea gunoiului de grajd degradarea acestora s-a efectuat rapid, bacteriile sanitare ale solului, tip *Pseudomonas fluorescent* acționând rapid nu numai în degradarea biomasei, dar şi în reducerea semnificativă a unor ciuperci parazite (Apro-bio, 2008).

Variantele alternative de nutriție a sfeclei țin cont, pe de o parte, de necesarul de elemente nutritive al solului, iar pe de altă parte de reciclarea biologică a multora dintre ele. Pornind de la constatarea deja formulată cum că potasiul şi azotul pot fi preluate din colete şi frunze, aplicarea unor preparate bacteriene poate readuce solului circa 40% din azot şi 50% din potasiu, într-o formă accesibilă culturilor următoare. Acelaşi *Pseudomonas fluorescent*, dar şi *Bacillus megaterium* mobilizează fosforul din sol şi îl preia în procent de până la 2/3 la dispariția plantelor. 1/3 urmează a se da din îngrăşăminte (constatări proprii).

Aplicarea însă a Biovinului în compost special cu rol activator al solului conduce la instituirea unor noi raporturi între rădăcini şi solul lor, datorită îmbunătățirii activ biologice a acestuia din urmă.

Cercetări recente ce urmează a fi publicate arată că, la o aplicație de 400 kg Biovin înainte de semănat şi încorporat, putem să reducem inputuri:

- cu 60% doza de azot;
- cu 40% doza de fosfor;
- cu 100% doza de potasiu.

În noua gândire a „transformării”, se ia în seamă faptul că sfecla are misiunea de a produce material energetic cât mai mult şi că, pentru aceasta, solul la rândul lui are nevoie de inputuri pentru reactivarea energetică a lui şi aducerea spre modul de reacție şi lucru a sistemelor naturale potrivite sfeclei.

După asemenea tratamente aplicate solului, sfecla poate deveni o foarte bună premergătoare pentru porumb, soia, in şi alte culturi de primăvară. Din cauza unor neconformități în relațiile cu solul, sfecla nu este bună premergătoare pentru leguminoasele perene şi nici acestea din urmă pentru sfeclă.

Capitolul 3
ROLUL PLANTELOR AMELIORATOARE ÎN ASOLAMENTELE AGRICULTURII ALTERNATIVE

Prin plantă amelioratoare e necesar să înțelegem acel ansamblu de culturi care, prin cultivarea lor în cadrul asolamentului aduc acestuia un surplus de inputuri, de regulă, de natură nutriționistă, dar şi de natură biologică, microbiologică sau ecologică.

Ca exemple de plante amelioratoare sunt cunoscute, de regulă, leguminoasele anuale sau perene, care, urmare proceselor de simbioză, cu speciile de *Rhizobium* aduc în sol o cantitate de azot mai mare decât cea necesară propriului lor consum. Totodată, rădăcinile lasă în sol anumite substanțe liante care contribuie la structurarea solului şi la reglarea raporturilor dintre apă şi aer ale acestuia.

Există şi alte culturi care prin relațiile lor cu solul mobilizează fie elemente nutritive din profunzime, pe care le aduc la suprafață, fie mobilizează pe cele imobilizate în zona rădăcinilor, prin intermediul unor substanțe uşor acide care solubilizează mai ales fosforul imobilizat în sol de către calciu. Lucerna este una din aceste plante. Dar şi sparceta şi lupinul pot îndeplini funcții similare. Culturile micorizate joacă, de asemenea, un mare rol în ameliorarea bio-economică a asolamentului. Ne referim aici la cartof, legume, curcubitacee etc. Dar asupra acestui subiect vom reveni.

Există trei direcții prin care plantele din familia leguminoaselor participă la ameliorarea solului şi a asolamentului:

1. Relația de simbioză dintre plantele leguminoase şi bacteriile fixatoare. Această relație este foarte complexă şi atât cât se ştie despre ea găsiți în lucrările noastre: *Probleme de ecologia solului*, Editura Ceres 2008, şi *Teorie şi practică în biotehnologiile genetice*, Editura Ceres 2006.

Față de cele cunoscute până în prezent şi prezentate în literatura citată, se cuvine să scriem câteva fraze şi despre importanța leghemoglobinei, pe care o vom găsi fotografiată în următoarele pagini şi care va juca un rol din ce în ce mai mare în fixarea azotului pe cale biologică şi renunțarea la cel fixat natural.

Cercetările efectuate în ultimii 40 de ani şi sintetizate de către cercetătorii de la Max-Planck Institut pentru fiziologia moleculară a plantelor din Golm (Postdam) (Andreas Trepte, 2005) ca şi de cei de la Universitatea din Leventer (Deborah şi colab., 1998) utilizând o metodă de interferență a ARN-ului la plante de lotus au reuşit cu succes să izoleze leghemoglobina plantelor

şi să demonstreze definitiv funcţia ei de transport a oxigenului şi de tamponare a acestuia în procesul de fixare a azotului prin simbioză.

Leghemoglobina se mai numeşte legoglobin şi este o hemoproteină prezentă în toate nodozităţile leguminoaselor care fizează azot. Este de culoare roşie şi seamănă structural cu hemoglobina umană (figura 57). Ea este produsă de leguminoase ca răspuns al infecţiei rădăcinii cu bacteria fixatoare de azot (*Rhizobium*). Deşi iniţial s-a crezut că o parte din complexul proteic a fost produsă în plantă (proteina A) şi o alta „hemo" în bacterie, cercetările recente arată că doar jumătate din proteina hem este produsă în plantă (Santana şi colab., 1998).

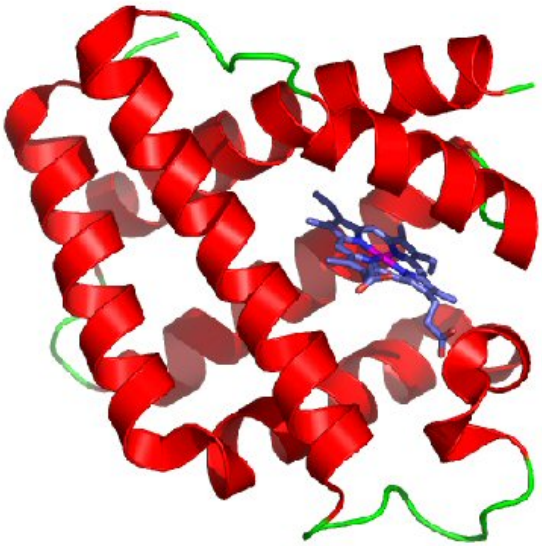
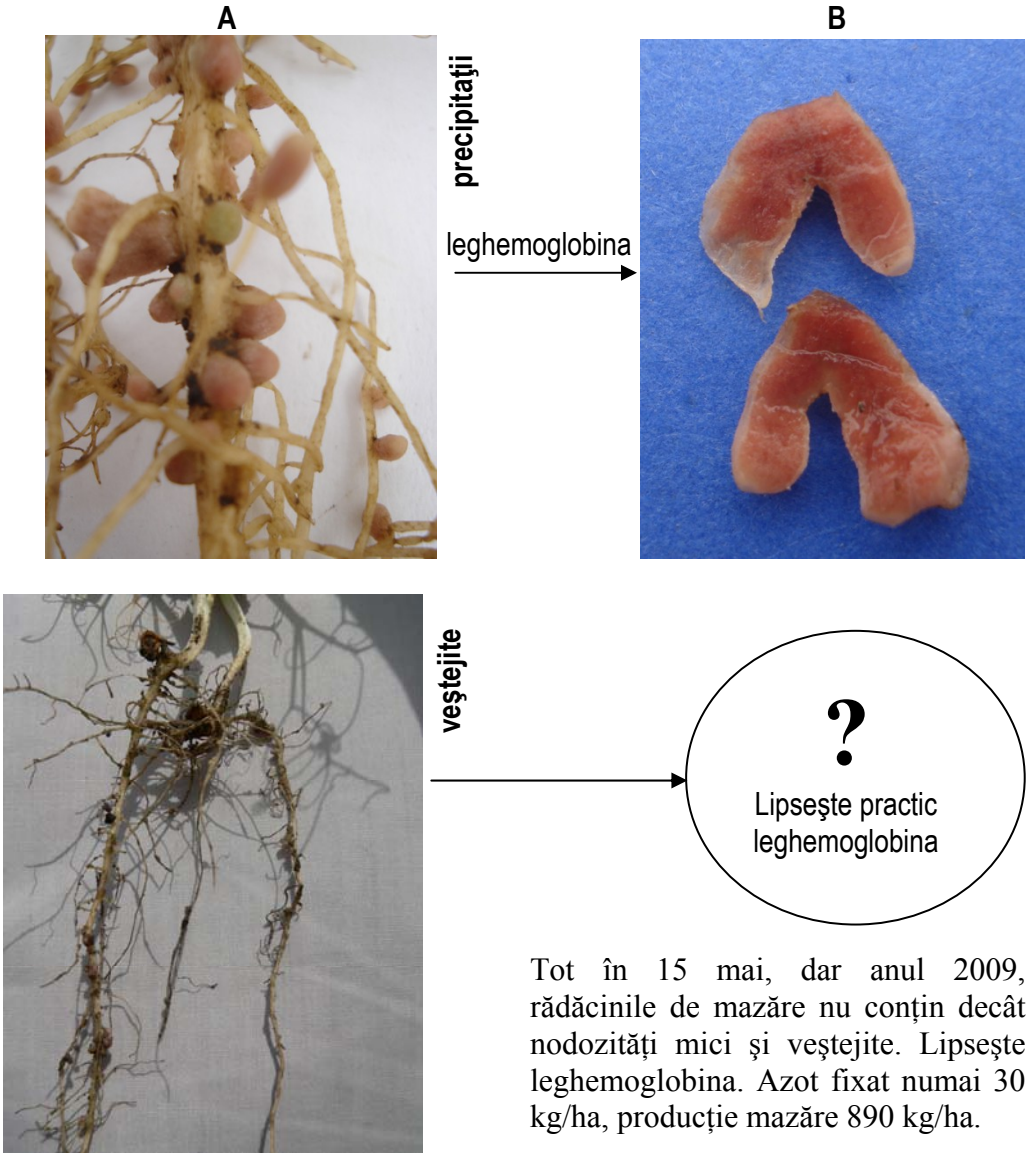


Figura 57. **Leghemoglobina la lupin**
(Sursa: Departamentul de chimie al Universităţii Main, Orno, UE)

Leghemoglobina are o afinitate ridicată pentru oxigen ($K_m \approx 0{,}01$ μM) având o performanţă asemănătoare lanţului β al hemoglobinei umane. Oxigenul bine dozat este foarte necesar bacteriei pentru ca, cu ajutorul nitrogenazei să fixeze azotul molecular (bacteria este aerobă). Leghemoglobina joacă în acelaşi timp un rol tampon în dozarea oxigenului. Se ştie că nitrogenaza este sensibilă la excesul de oxigen, fiind uşor degradată. Or, leghemoglobina permite să intre în sistem numai atât oxigen cât este nevoie pentru derulare optimă a procesului de biofixare. Blocarea penetrării oxigenului se realizează la nivelul citoplasmei celulelor infectate şi transformate în unităţi de biofixare. Presiunea oxigenului asupra celulelor infestate (prezente în noduli) creşte în perioada de secetă şi spre maturitatea

plantelor. În aceste condiţii se fixează din ce în ce mai puţin azot până la încetarea fixării, generată de blocarea distrugerii prin oxidare a nitrogenazei. În aceste condiţii nodozităţile se usucă treptat şi leghemoglobina dispare şi ea (vezi figura 58 c).



Tot în 15 mai, dar anul 2009, rădăcinile de mazăre nu conţin decât nodozităţi mici şi veştejite. Lipseşte leghemoglobina. Azot fixat numai 30 kg/ha, producţie mazăre 890 kg/ha.

Figura 58. **Rădăcinile de mazăre încărcate cu nodozităţi (A) şi cu leghemoglobină abundentă (B) în anul normal în precipitaţii 2008. 15 mai Alexandria. Azot fixat = 134 kg., producţie mazăre 4200 kg** (foto autor)

Relația dintre asolament, plantă şi sol este determinată pentru cantitatea de azot fixată biologic prin simbioză, ca şi prin celelalte forme de fixare.

În această asociere mutuală, denumită „simbioză", participă toate plantele leguminoase anuale şi perene care se cultivă sau care rămân în afara asolamentului şi bacteriile *Rhizobium*. Genul *Rhizobium* cuprinde un număr mare ale genului, în funcție de planta gazdă, şi anume:

- ***R. leguminosarum*, cu subspeciile (Wikipedia 2009):**
  - *R. phaseoli*
  - *R. trifolii*
  - *R. viciae*
- *R. cellulosilyticum*
- *R. daefeonense*
- *R. etli*
- *R. galegae*
- *R. gallicum*
- *R. giardini*
- *R. hainanensae*
- *R. huakui*
- *R. huatiense*
- *R. indigoferae*
- *R. larymorei*
- *R. laessense*
- *R. lupini*
- *R. lusitanum*
- *R. mediterraneum*
- *R. mangalese*
- *R. radiobacter*
- *R. rhizogenes*
- *R. rubi*
- *R. sullal*
- *R. tainnshanense*
- *R. tropici*
- *R. undicalo*
- *R. vitis*

Nu toate speciile enumerate aici sunt importante pentru agricultura practicată în zonele Europei, ci cu deosebire primele trei prezentate mai sus, separat: fixarea azotului rămâne însuşirea de bază pentru care culturile leguminoase sunt acceptate sub denumirea de „plante amelioratoare într-un asolament".

Pentru a scoate în evidență importanța fixării azotului e nevoie să specificăm că sunt implicate aici două aspecte importante, şi anume:

a) **Cantitatea de azot fixat**. O plantă leguminoasă este cu atât mai bună premergătoare cu cât lasă în sol mai mult azot şi mai puține substanțe inhibante sau eventual toxice pentru cultura postmergătoare.

Dacă luăm în considerare cantitățile de azot fixat va fi necesar să ținem seama că aceasta depinde de mai mulți factori pe care îi prezentăm în figura 59

Nivelurile mici ale producției de azot fixat în sol se corelează cu:

a. Nivelul umidității din sol pe perioada de fixare maximă.

b. Reacția solului, raportul apă/aer din sol optim pentru furnizarea NITROGENAZEI.

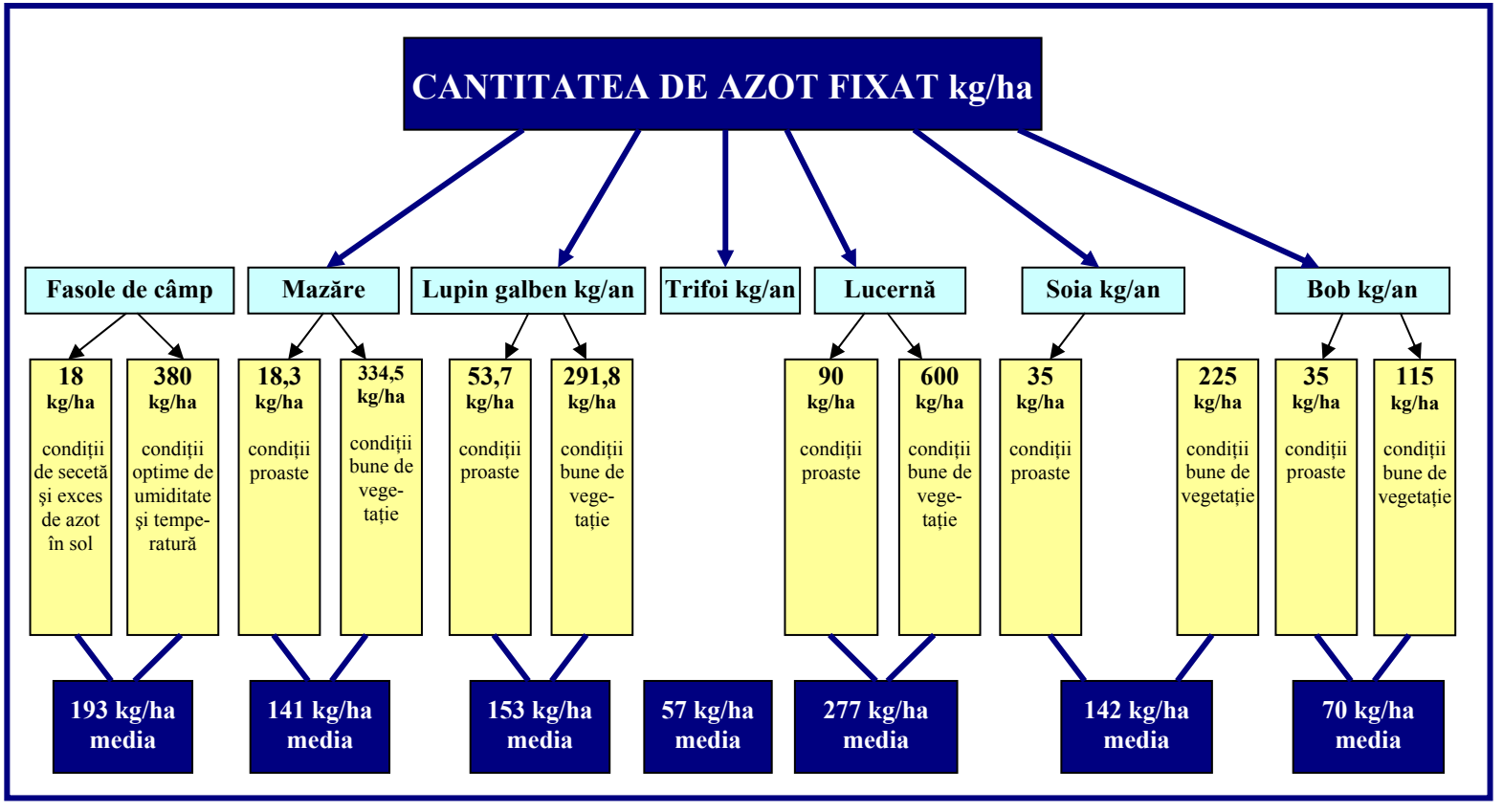


Figura 59. **Cantitatea de azot fixat biologic de către diferite culturi leguminoase** (sinteză autor)

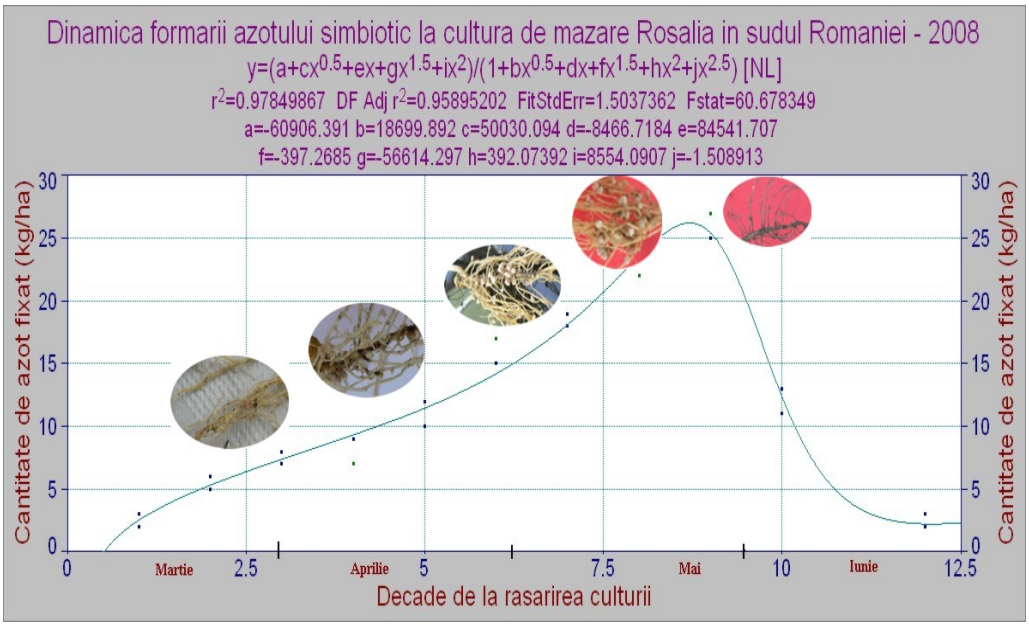


Figura 60. **Dinamica formării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României** (original)

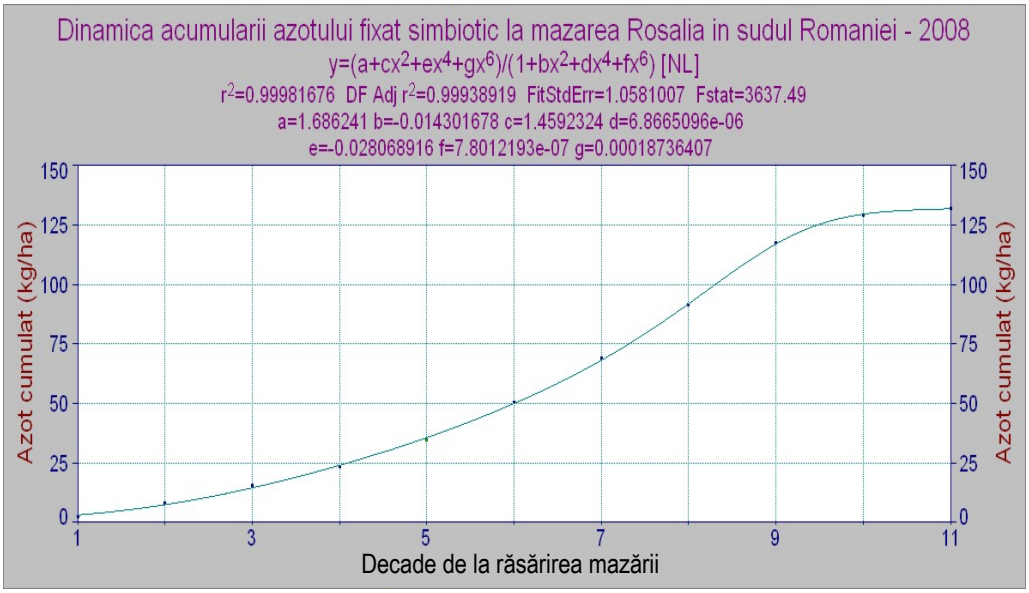


Figura 61. **Dinamica acumulării azotului fixat simbiotic la mazărea Rosalia în sudul României, 2008** (original)

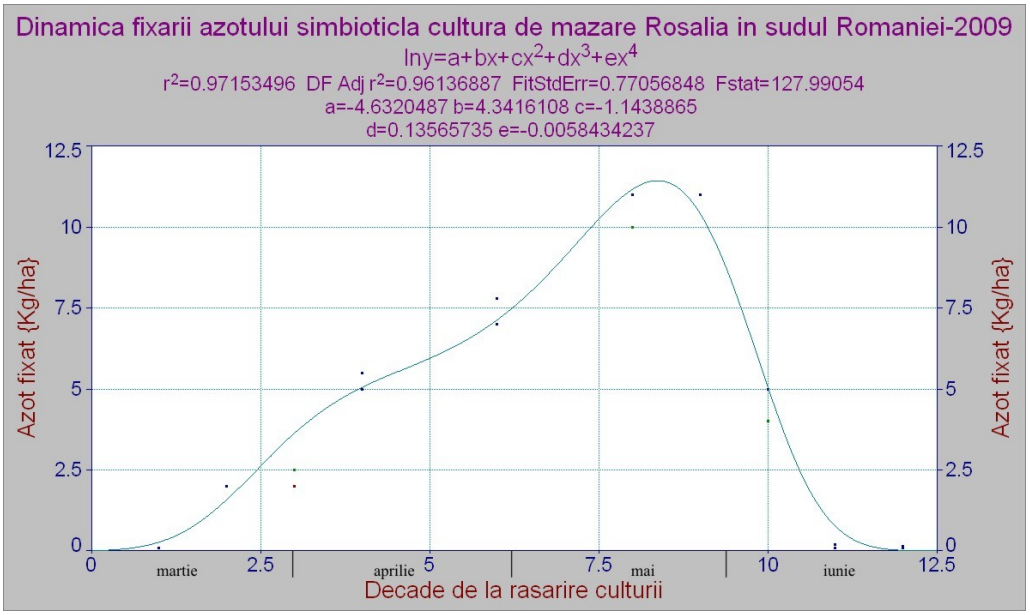


Figura 62. **Dinamica fixării azotului simbiotic la cultura de mazăre Rosalia în sudul României, 2009** (original)

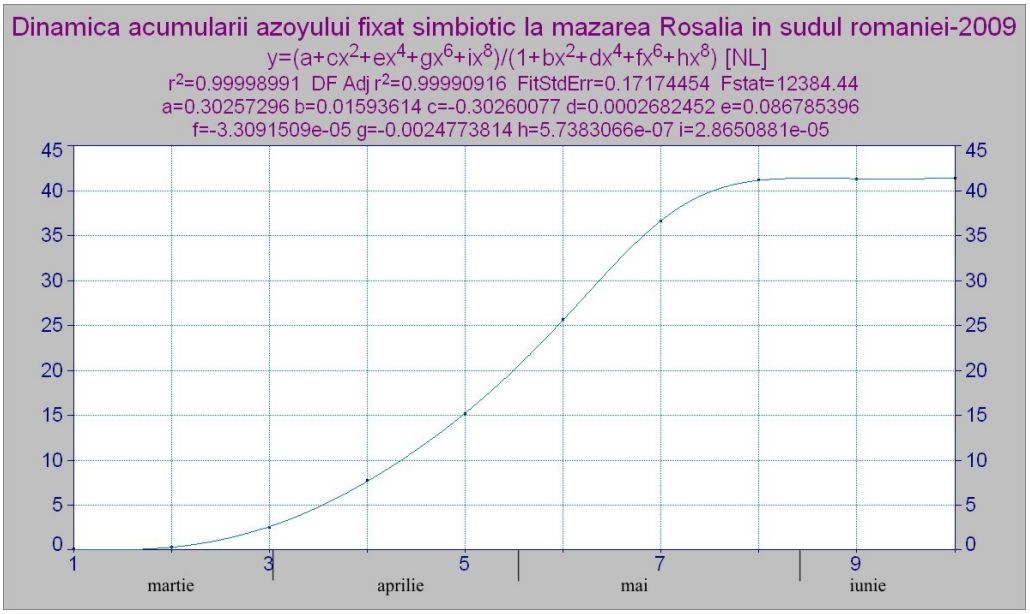


Figura 63. **Dinamica acumulării azotului fixat simbiotic la mazărea Rosalia în sudul României, 2009** (original)

Gradul de aprovizionare a solului cu azot şi cu alte elemente nutritive, îndeosebi calciu, pentru majoritatea leguminoaselor

Cercetările efectuate de noi în doi ani diferiți pe un cernoziom tipic din Podişul Burnasului şi pe un cernoziom castaniu de la Modelu, Călăraşi, au arătat două ipostaze diferite. Anul 2008 a fost ploios şi mai răcoros în perioada de vegetație activă a mazării. Au căzut (în circa 85 de zile) în medie pentru cele două localități, 150 mm precipitații. În aceste condiții dinamica fixării azotului se prezintă ca în figura 60, iar cantitatea totală de azot fixat se ridică la 130 kg, apropiindu-ne de media prezentată în figura 61. Dimpotrivă, în anul 2009, în perioada de vegetație intensivă în care ar fi trebuit să se acumuleze azot a plouat numai 55 mm precipitații. Atât dinamica fixării (figura 62), cât şi cea a acumulării (figura 63) au fost modificate în sensul restrângerii perioadei de fixare şi a reducerii cantităților de azot fixat biologic.

În timp ce în 2008 în luna de vârf a fixării s-au înregistrat peste 25 kg/ha, în 2009 acesta a fost peste 11 kg. Dacă comparăm cantitățile totale de azot fixat avem:

134 kg azot în 2008,
43 kg azot în 2009. → **diferența: 91 kg**

Fixarea azotului este atât de legată de mii de factori încât controlul lor şi instituirea noii transformări a marii agriculturi va pleca de la cercetări practice minuțioase care vor găsi parametri ideali ai solului pentru a capta din aer o cantitate cât mai mare de azot. Căutând un asemenea parametru se pare că el există la confluența unei bune aprovizionări cu apă a solului, fără ca aceasta să fie în exces.

2008

2009

Figura 64. **Dezvoltarea diferită a volumului şi activităţii nodozităţilor în doi ani diferiţi ca regim pluviometric – stânga, 2008, cu un regim potrivit de umiditate, iar dreapta, anul 2009, cu un regim de precipitaţii de trei ori mai redus** (foto autor)

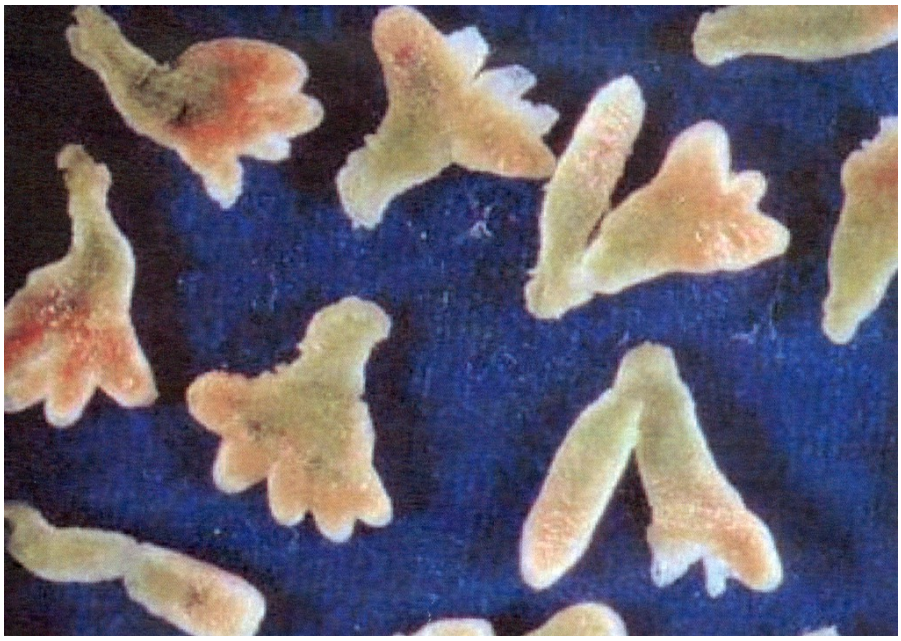


Figura 65. **Leghemoglobina, pigmenţii roşii din nodozităţi au fost foarte dezvoltaţi şi mai ales foarte activi în 2008 şi au lipsit aproape complet în 2009**

Rezultatul s-a văzut în nivelul recoltelor de mazăre, şi anume:

4250 kg în 2008

1120 kg în 2009.

Diferența = 3130 kg, generată de fixarea azotului favorabilă anului 2008.

IUA > 50% < 80% = umiditatea ideală pentru fixarea simbiotică la mazăre

Aprofundarea cercetărilor efectuate de Berca M. şi colab. (date în curs de publicare) au demonstrat că există o corelație complicată între volumul de precipitații căzut în perioada de vegetație a mazării şi cantitatea de azot fixat prin biosinteza simbiotică (figura 66). Cea mai mare cantitate de azot s-a fixat la precipitații relativ uniforme căzute şi care se situează între 150 şi 160 mm/an.

Tranşele în care cad precipitațiile n-ar trebui să depăşească 40 mm, mai ales dacă solul nu este suficient de permeabil. La precipitații care depăşesc 150 mm cantitatea de azot fixat începe să scadă abrupt, datorită inactivării nitrogenazei cauzată de excesul de ioni de hidrogen din sol. La cantități de apă sub 100 mm, cantitatea de azot fixat se reduce mult, datorită presiunii oxigenului asupra nitrogenazei şi a descompunerii ei.

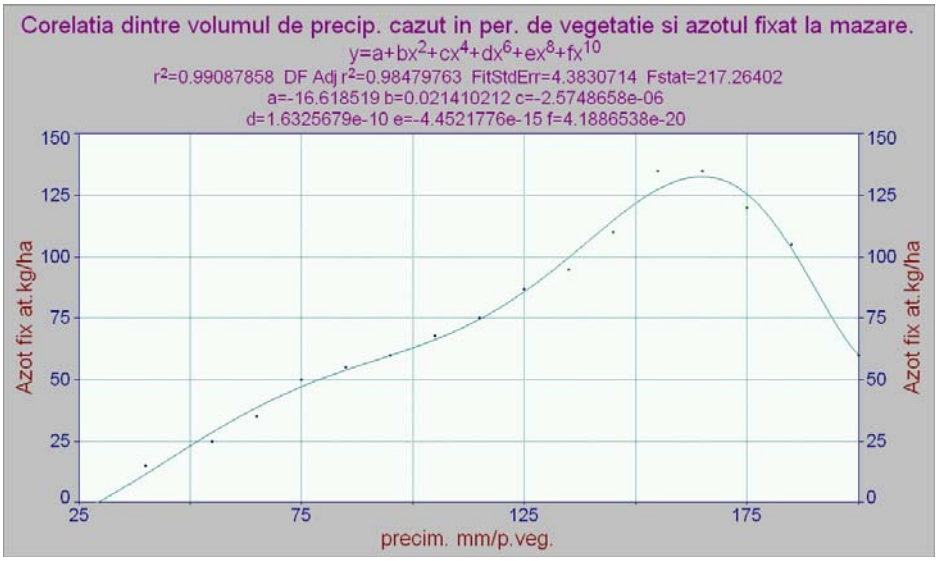


Figura 66. **Corelaţia dintre volumul de precipitaţii căzut în perioada de vegetaţie şi azotul fixat la mazăre** (original)

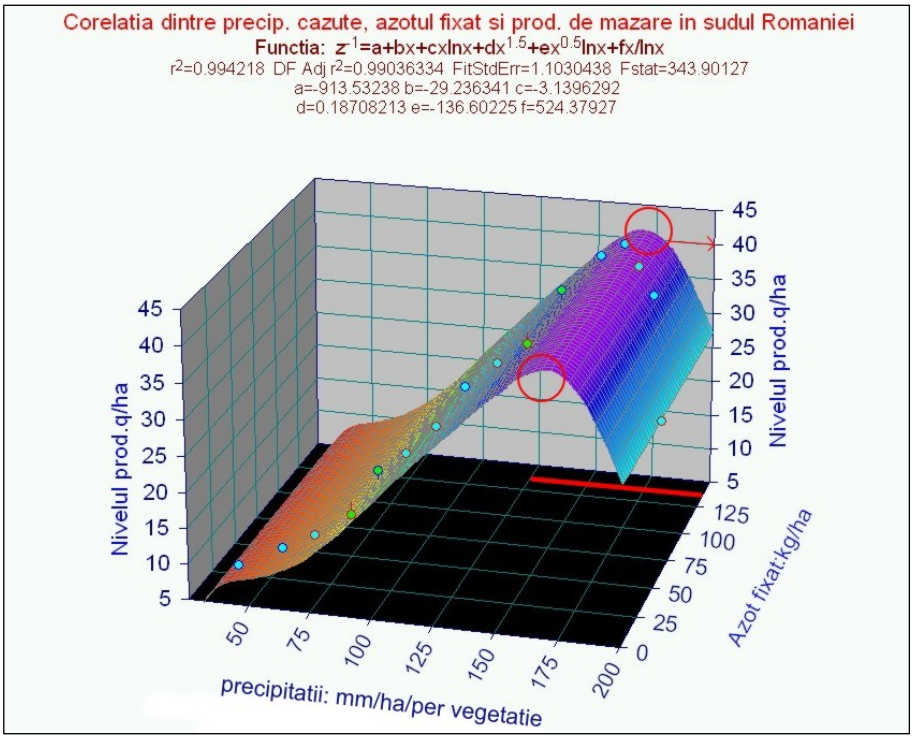


Figura 67. **Corelaţia dintre precipitaţiile căzute, azotul fixat şi producţia de mazăre în sudul României** (original)

Menționăm că această funcție este valabilă pentru soluri cernoziomice, ecologizate, fără hardpan, cu o bună constituție şi arhitectură structurală şi cu 3-4% humus.

Cantitatea de azot fixat se corelează nu numai cu cantitatea de precipitații, dar amândouă se corelează şi cu producția de mazăre. Funcția din figura 67 (3D) demonstrează că la cantități de precipitații căzute relativ uniform în perioada de vegetație, în jur de 150 ± 10%, se obține cea mai mare cantitate de azot (N > 125 kg) cât şi cea mai mare producție P > 40 q/ha.

Această diagramă serveşte şi ca model de depistare a cantităților de azot fixat, respectiv de producție obținută în funcție de volumul de precipitații căzute. Menționăm, de asemenea, că niciuna din funcțiile mai sus calculate nu mai este valabilă dacă apa în perioada de vegetație a mazării cade în mai puțin de patru tranşe.

Prezența apei în sol tamponează efectul negativ al temperaturilor ridicate şi permite derularea activității nitrogenazei. Că este aşa o demonstrează observațiile efectuate de noi în vara anului 2009, în lunca Dunării, nu departe de Giurgiu, pe un sol freatic foarte umed, aluvionar (figura 70). Deşi soia nu a fost inoculată, factorii de sol, raportul apă/aer au fost optime pentru activitatea nitrogenazei şi fixarea unei cantități de circa 180 kg N/ha (evaluări comparative).

Asemenea culturi sunt cele pe care agricultura viitorului le aşteaptă. Ele, prin azotul pe care îl aduc, substituie o cantitate imensă de nutrient fixat industrial, reduc semnificativ costurile de producție şi NU POLUEAZĂ. Sunt ideale pentru agricultura viitorului, pentru agricultura transformabilă şi transformată.

Alte culturi anuale, precum bobul sau lupinul, pe lângă efectul de fixare a azotului, estimat şi el la valori de 70-150 kg/ha, morfologia pivotantă a rădăcinii permite penetrarea în adâncime, inclusiv a unor soluri greu de străpuns, contribuind semnificativ la refacerea pe profil a fluxurilor de apă, aer, elemente nutritive şi microorganisme.

b) A doua cale de ameliorare a solului o constituie **capacitatea mare de penetrare, mai ales a rădăcinilor plantelor perene, contribuind astfel la refacerea fluxului de substanțe nutritive, apă şi microorganisme pe profilul solului, cu avantaje mari pentru asolament şi ecosistemul agricol.**

Costurile din ce în ce mai mari cerute de lucrările de afânare a solului solicită adeseori înlocuirea lor cu metode biologice. În acest sens unele leguminoase perene, printre care şi lucerna, foarte cunoscută în zonele noastre şi potrivită pentru „solă săritoare" în asolament poate avea un rol determinant.

Rădăcinile lucernei sunt pivotante şi reuşesc să străpungă, în condiții de umiditate suficientă, chiar şi straturile de sol compact, provocate de hardpan

(figurile 68-69). Rădăcinile se formează aproape în întregimea lor în primul an de vegetație, pentru ca în anul 4 să ajungă şi la 10 m adâncime.

Din cauza înrădăcinării foarte adânci ea poate avea uşor acces la apa freatică dacă nu depăşeşte 10 m adâncime. Tot din acest motiv în simbioză cu bacteria *Rhizobium meliloti,* lucerna fixează anual în medie 200 kg azot/ha pe un interval de variație de 100-400 kg/ha.

Tot din adâncime lucerna aduce spre suprafață în zona cultivată a profilului unele microelemente, cum ar fi zincul, molibdenul, fierul etc. Prin eliminarea unor acizi organici în sol lucerna sensibilizează unii fosfați chiar din rocă pe care îi foloseşte pentru uz propriu şi pe care îi lasă apoi parțial la dispoziția plantelor postmergătoare.

Pentru realizarea unei tone de substanță uscată lucerna consumă în medie:

– 25-35 kg azot
– 5 – 8 kg P_2O_5
– 15 – 20 kg potasiu
– 15 – 22 kg calcar.

Ea produce în medie 15 t fân de cea mai bună calitate, iar în condiții de irigare atât cantitatea de masă verde sau fân pot fi dublate, cât şi cantitatea de azot fixat.

Figura 68. **Plantă şi rădăcini de lucernă (foto preluat de pe internet, autor necunoscut)**

Figura 69. **Plantă de lucernă de 8 ani (foto autor). Rădăcina are dimensiuni imense şi lasă în sol orificii în diametru de până la 3-4 cm** (vezi şi figura 71)

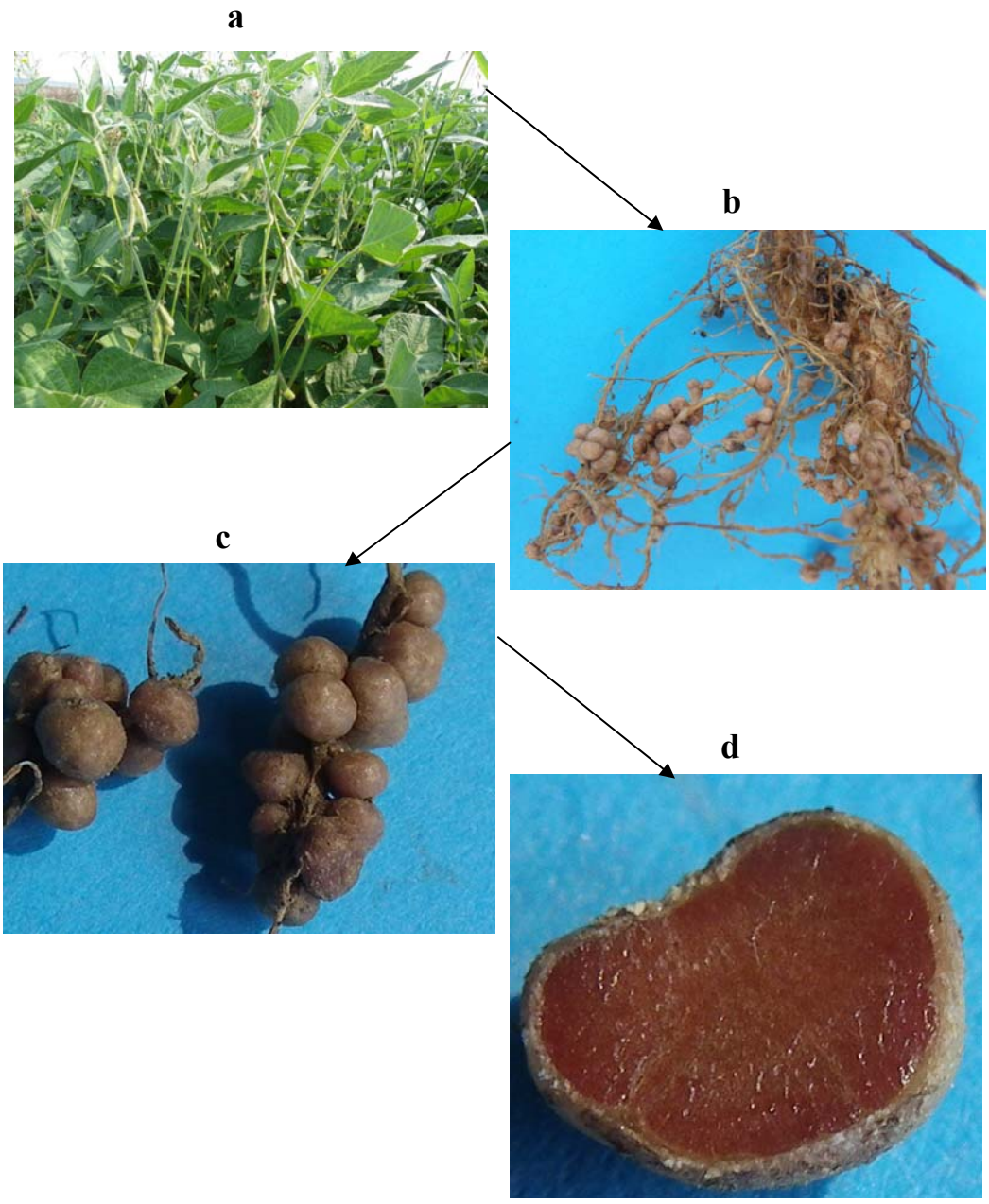


Figura 70. **Fixarea simbiotică a azotului la soia, observată în 30.07.09 în Balta Dunării** (Foto autor): a) Cultură de soia foarte viguroasă; b) Nodozităţi multiple şi viguroase pe coletul principal şi pe rădăcinile laterale; c) Nodozităţile sunt extrem de active; d) Conţin o cantitate impresionantă de leghemoglobină

Figura 71. **Aspectul rădăcinii de lucernă în vârstă de 8 ani la suprafaţa solului. Din acest coleoptil, cu diametrul de circa 6 cm, pleacă numeroase tulpini. Rădăcina este foarte adâncă, iar nodulii cu infecţia bacteriană (*R. melitoti*) se găsesc către suprafaţă. Pe rădăcină sunt prezente, de asemenea, diferite forme de micoriză care accentuează caracterul ameliorator al culturii** (Foto autor)

Helvin G. (2008) atrage atenția că lucerna este o plantă puțin utilizată în Europa în raport cu valoarea ei culturală şi economică. Ea va ocupa în Franța o suprafață de 20% în anul 2020. Este solicitată în asolamentele din zonele de protecție, de captare a apelor. În zona de captare a apelor Parisului, de exemplu, ea depăşeşte în prezent 20% din asolament şi va creşte până la cel puțin 25-30%. Acelaşi autor subliniază, de asemenea, că fără a-şi diminua valoarea economică lucerna mai constituie o excelentă plantă meliferă şi un conservant ideal al biodiversității. În culturile de lucernă s-au găsit până în 2010 diverse specii utile şi nepericuloase culturii, de la bacterii până la păsări şi mamifere. Pentru fondul zootehnic al Europei lucerna poate fi şi un excelent înlocuitor nutrițional pentru animale şi un bun supliment alimentar pentru specia umană.

În mod asemănător lucernei lucrează în asolament şi alte leguminoase perene, cum ar fi *Trifollium pratense,* cunoscut şi sub denumirea de trifoi roşu sau *Trifolium repens,* trifoi alb etc. La speciile de trifoi, infecția bacteriană în scopul fixării simbiotice a azotului este efectuată de două specii apropiate, şi anume: *R. leguminosarum* şi *Bradyrhizobium,* care s-a dovedit a fi specia predominantă în nodulii trifoiului. Trifoiul roşu rămâne în cultură 2-3 ani.

Rădăcinile trifoiului roşu sunt mult mai reduse decât ale lucernei, dar îndeplinesc funcții asemănătoare. De exemplu, rădăcina pivotantă ajunge la 1

metru, adică la baza profilului pentru solurile pe care se cultivă. Rădăcina pivot formează, de asemenea, mult mai multe rădăcini laterale (figura 72) protejând mai bine solul contra eroziunii. Înlocuieşte, de regulă, lucerna în zonele cu peste 600 mm precipitaţii. Trifoiul lasă în sol între 150 şi 200 kg/ha azot anual, fiind o excelentă amelioratoare a asolamentelor.

Figura 72. **Plantă cu rădăcini de trifoi roşu (*Trifolium pratense*)** (foto autor)

Probleme ale chimismului dintre rădăcinile leguminoaselor şi sol - joacă un rol foarte mare în asolament.

Majoritatea autorilor (Staicu, 1969, Oancea, 2002) consideră că plantele amelioratoare nu se suportă în asolament. Nu se seamănă lucernă după lucernă din cauza aşa-numitei autointoxicaţii cauzată de anumiţi compuşi organici care rămân în sol. Este foarte adevărat că după lucernă în sol s-a găsit inhibitorul β, flurizonul care ar bloca genetica unor noi infecţii. Acizii abscizic şi cinocenic pot să apară şi ei şi să blocheze germinaţia semințelor de lucernă sau să inhibe creşterea lor. Cercetările efectuate de Tarău V. şi colab. (1967) consideră că într-adevăr unele plante, printre care se află trifoiul şi lucerna dar şi pirul, elimină în sol fitoinhibitori, de regulă de natură proteică, care se plasează pe proprietăţi alelopatice, mai ales pentru ele însele. La rândul lor, specii de *Thymus, Achillea Millefolium* şi *Poa protensis* au avut o influenţă pozitivă asupra germinaţiei şi creşterii speciei *Trifolium pratense.*

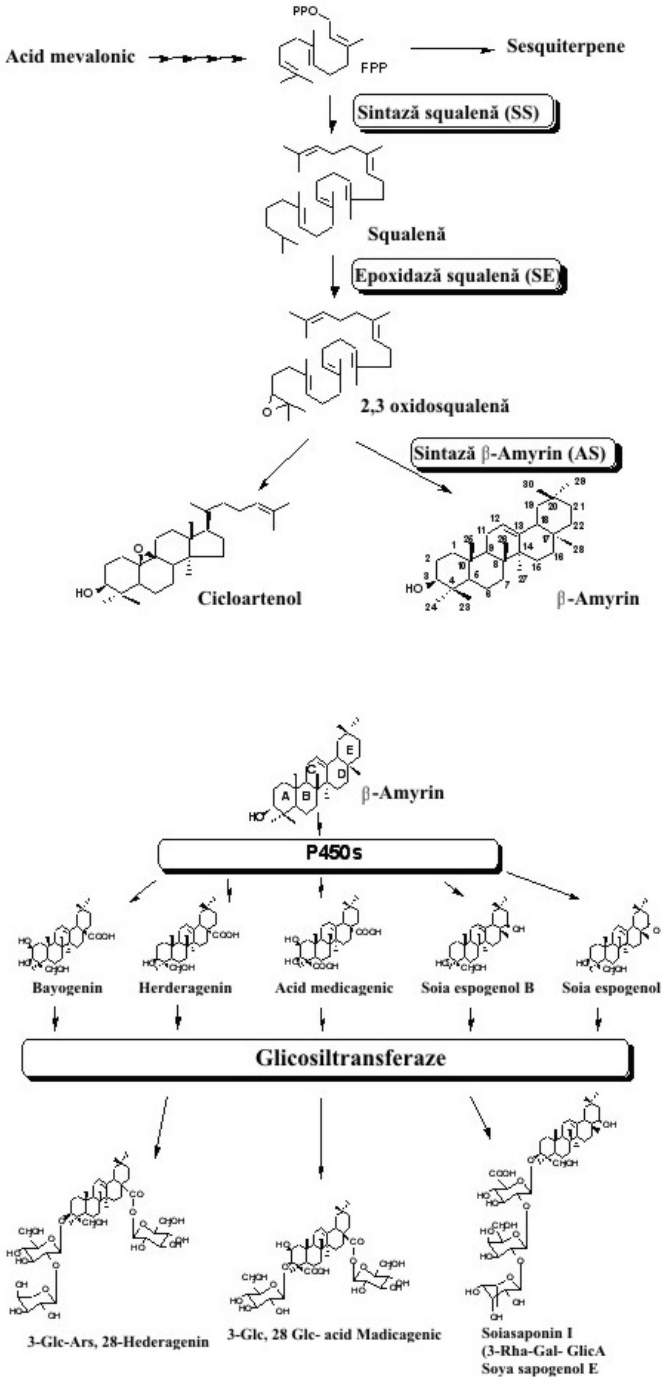


Figura 73. **Model biosintetic Triterpene saponin în *M. Truncatula*** (**sursa:** Lexicon der Biochemie)

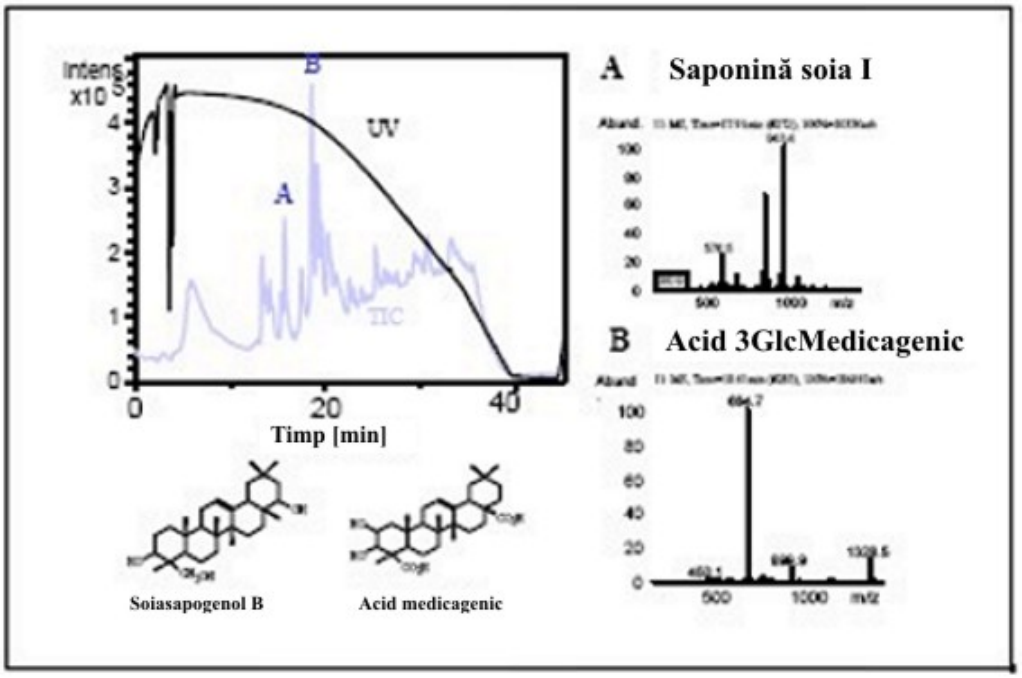


Figura 74. **Date HPLC/PDA/MS pentru un extract de saponine din rădăcină de lucernă. Comparaţia cromatogramei UV şi cromatograma ioni totali (TIC) din datele privind masa ilustrează sensibilitatea crescută a detecţiei selective a masei pentru saponine care posedă doar cromofori slabi. Spectrele masei şi structurile aglycone a două saponine comune găsite în lucernă şi *M. trunculata* sunt puse la dispoziţie pentru A) saponina I şi B) 3-acidul medicagenic-glucozic. Selectivitatea crescută a MS este realizată prin greutatea moleculară şi informaţii ale fragmentului** (**Sursa:** Xian Zhi Hen, 2007).

Din contra, extractul de sol de sub speciile de festuca şi agrostis au inhibat puternic atât trifoiul cât şi lucerna, ca şi plantele în răsărire de *Lotus cornicolatus*, o altă leguminoasă valoroasă, mai ales în culturile de pajişte.

Mayer A.M. şi colab., (1974) consideră, la rândul lor, că o serie întreagă de enzime proteolotice şi protease pot fi considerate vinovate de crearea efectului de „autointoxicare" al cultivării leguminoaselor după leguminoase.

Şi mai recent, cercetătorii polonezi Oleszek W. şi colab. (2007) de la Institutul de Ştiinţa solului şi culturii plantelor din Puawy, Polonia, demonstrează că acidul medicagenic glicozidic generat de rădăcinile în degradare ale lucernei are un mare efect alelopatic cu blocarea creşterii plantelor. Un efect similar, dar de dimensiuni mai mici a fost găsit şi la trifoiul roşu.

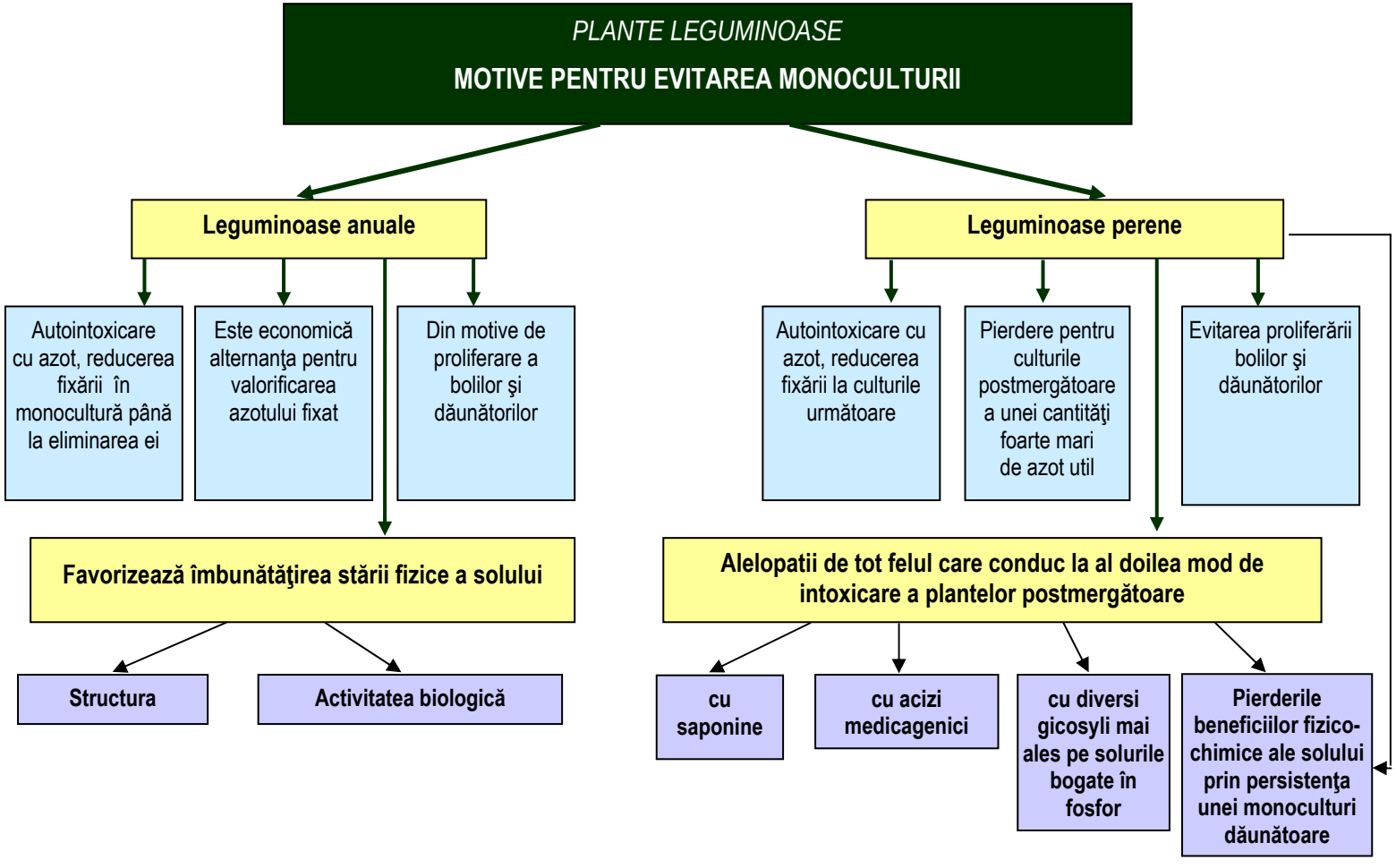


Figura 75. **Plante leguminoase – motive pentru evitarea monoculturii**

Depistarea triterpenelor saponice a acidului medicagenic se poate face acum uşor prin metoda HPLC*. Or, cercetările recente efectuate de Xian-Zhi-Hen (2007) arată că pornindu-se la simplu la compus pot fi obținute şi găsite saponinele incriminatorii care sunt identice cu cele ale soiei. Oricum, conform autorilor citați fiecare leguminoasă are un profil al saponinelor specific, specifică fiind şi acțiunea lor auto-alelopatică şi alelopatică în general (figurile 74 şi 73).

În figura 75 prezentăm o schemă a cauzelor pentru care trebuie evitată neapărat monocultura plantelor leguminoase, fie anuale, fie perene.

Repetând cele trei motive pentru care plantele leguminoase anuale sau perene (solă săritoare) sunt mult mai potrivite pentru asolament decât pentru monocultură, subliniez îndeosebi un câştig foarte important de azot fixat biologic din atmosferă (în medie 100 kg/an la plantele anuale şi peste 200 kg/an/ha la plantele perene, câştig care are câteva avantaje esențiale:

a) Nu este poluant şi vine în sol conform unui model natural şi nu la decizie antropică, cel mai adesea greşită.

b) Realizează o economie financiară importantă pentru inputuri (azot îndeosebi, dar şi Ca, P_2O_5, K_2O etc.), cu atât mai prețioasă cu cât prețurile inputurilor nutriționale cresc de la un an la altul.

c) Realizarea unor beneficii demonstrate privind ecologizarea solurilor, descătuşarea fluxurilor pe profil, mai ales în cazul legumelor perene.

3.1. LOCUL PLANTELOR AMELIORATOARE ÎN ASOLAMENTE

Cunoscând de-acum ce sunt plantele amelioratoare şi de ce sunt amelioratoare, se cuvine să gândim şi să elaborăm unde este mai bine a fi plasate ele pentru ca efectul lor ameliorator să fie maxim. Reamintim de la început că ele însele, plantele leguminoase amelioratoare, au nevoile lor speciale atât față de sol, cât şi față de condițiile climatice. Aceste detalii se învață însă la cursurile de fitotehnie din facultate. Noi vom insista asupra unora dintre ele în condițiile de azi din România, când se practică grave erori manageriale față de o agricultură transformabilă spre modelele naturale.

3.1.1. Mazărea

Condiții: Sunt preferabile ca plante premergătoare culturile care părăsesc terenul devreme şi care permit o lucrare timpurie şi corectă a solului, ținând cont de cerințele plantei față de acest lucru. Cele mai bune rezultate se

* High-Performance Liquid Cromatography

obțin după cereale păioase, dar şi după unele culturi prăşitoare care părăsesc terenul mai devreme şi pe care îl lasă curat de buruieni. În România timp de multe decenii mazărea a fost cultivată după porumb, floarea-soarelui, cartof şi rapiță. O analiză la nivelul țării arată următoarele:

În condiții normale de precipitații şi tehnologii:

– mazărea după grâu sau alte culturi obține o producție de 2.500 kg/ha = 100%;

– mazărea după porumb sau alte culturi obține o producție de 2350 kg/ha = 94%;

– mazărea după floarea-soarelui sau alte culturi obține o producție de 2100 kg/ha = 84%;

În condiții de umiditate redusă (ani secetoşi în toamnă şi primăvară):

– mazărea după grâu sau alte culturi obține o producție de 1.600 kg/ha = 100%;

– mazărea după porumb sau alte culturi obține o producție de 1.315 kg/ha = 82%;

– mazărea după floarea-soarelui sau alte culturi obține o producție de 920 kg/ha = 58%.

În condiții de secetă, mazărea preferă acele culturi premergătoare şi metode culturale care-i permit să dispună de mai multă apă în sol. S-a arătat anterior că, în condiții de secetă mazărea formează mai puține nodozități şi fixează mai puțin azot, adică devine mai puțin amelioratoare.

Nu se recomandă utilizarea altor premergătoare leguminoase pentru cultura de mazăre, pentru a evita riscurile excesului de azot pe de o parte, iar pe de altă parte pentru a nu perpetua boli şi dăunători comuni. Altminteri, ar fi total contraindicat să se renunțe la efectul ameliorator al mazării în asolamentele noastre.

Mazărea este o cultură ca multe altele din grupa ei care nu se autosuportă, iar în cazul repetării culturii pe aceeaşi suprafață apare rapid fenomenul de „oboseala solului", urmare căruia observăm tulburări bruşte de creştere, absența nodozităților, lipsa fixării biosimbiotice şi înnegrirea bazei tulpinii. Excesul de apă accentuează fenomenul, iar seceta provoacă de timpuriu lipsa de înflorire şi uscarea plantelor.

Dacă acceptăm ideea că într-un asolament ecologizat prezența mazării în cultură este de dorit să ajungă până la 20-25% în absența altei amelioratoare, atunci este de preferat ca mazărea să vină pe aceeaşi suprafață după 4 ani. Ca premergătoare mazărea este foarte bună pentru multe culturi şi excelentă pentru grâu.

Conform unui grup de cercetători condus de prof. Norbert Lutke-Entrup de la Universitatea din Paderbern, mazărea ar trebui să revină în asolament

numai după 5-6 ani, invocat fiind ca motivaţie tot efectul de oboseală a solului (figura 76).

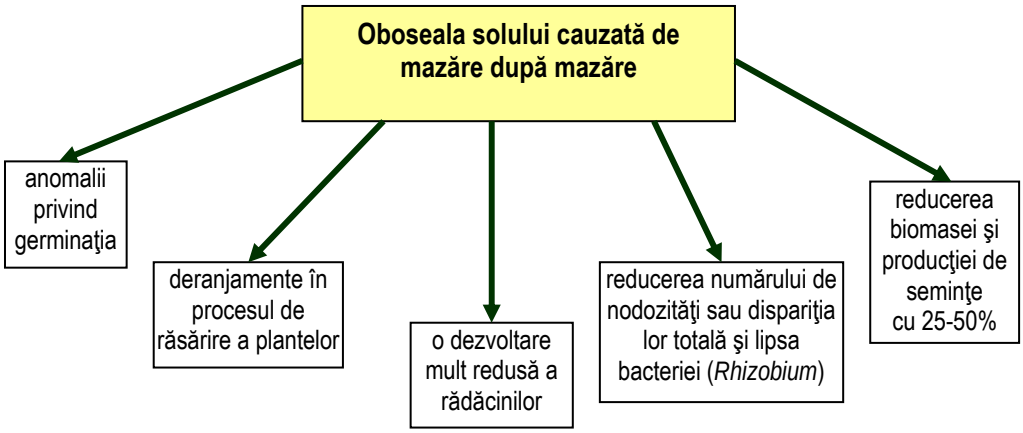


Figura 76. **Efectul cultivării mazării după mazăre, generat de fenomenul de oboseală a solului** (prelucrat după Entrup şi colab.)

Ca premergătoare pentru diferite culturi mazărea aduce următoarele performanţe comparativ cu media altor premergătoare ca: grâu, porumb, floarea-soarelui (fără azot suplimentar):

grâu + 1600 kg **porumb + 820 kg** **floarea-soarelui + 695 kg** **cartof + 12.000 kg** **rapiţă + 1000 kg**	**Statistică pe 20 de ani efectuată de autor.**

În judecarea efectului economic al mazării şi al necesităţii de a fi cultivată, luăm în considerare următoarele:

Valoare producţie	= 2.500 × 1,05 lei/kg = 2.625 lei/ha
	= 80 kg azot × 12,6 lei/kg s.a. = 1.008 lei /ha
Total:	3.633 lei /ha
Costuri:	8.801 lei /ha
Beneficiu brut:	2.753 lei /ha

Chiar dacă preţul de vânzare ar fi numai jumătate din cel oferit în calcule, mazărea continuă să rămână o excelentă plantă şi din punct de vedere economic.

3.1.2. Repartiţia în câmp şi în asolament a efectului ameliorator al mazării şi altor leguminoase anuale

S-a arătat anterior că efectul ameliorator al mazării nu se restrânge numai la prima cultură postmergătoare, ci şi a tuturor plantelor care vin după ea în asolament. Efectul ameliorator se diminuează însă pe măsură ce culturile care urmează se îndepărtează în timp de cultura de mazăre (figura 77). În figura 77 se prezintă o viziune generată din foarte multe studii proprii, comparate cu rezultate din peste 50 cercetări privind dinamica acestui efect (simulare pe calculator).

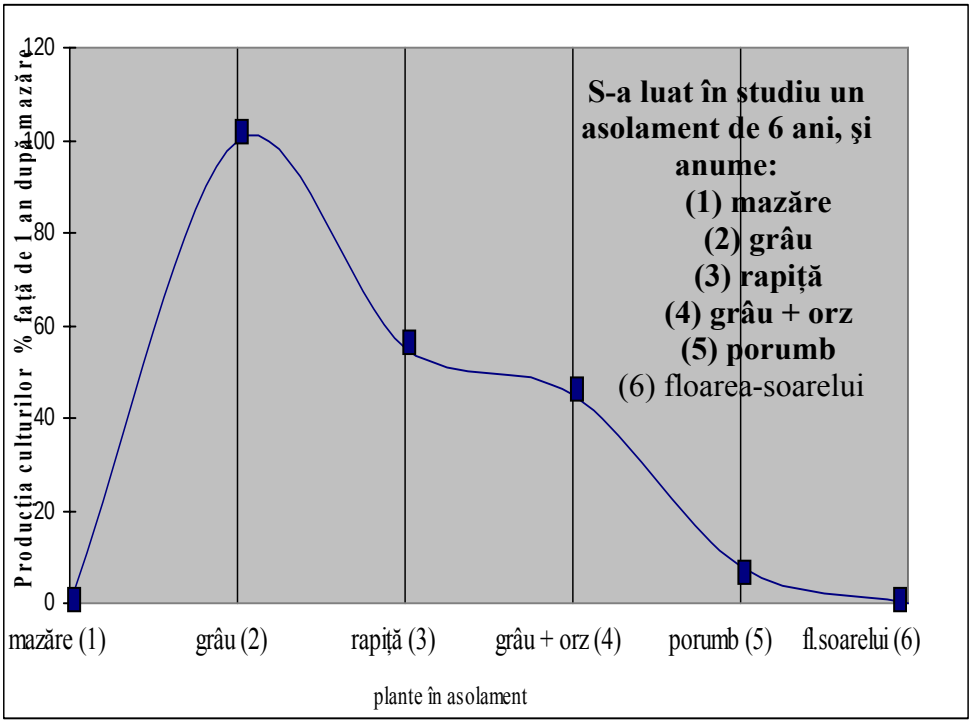


Figura 77. **Descreşterea efectului ameliorator al mazării, măsurat relativ cu productivităţile postmergătoare într-un asolament de 6 ani**

Această curbă se explică în felul următor: Prima plantă, grâul, a beneficiat după mazăre de un spor de 100% = 1600 kg/ha. Dacă rapița ar fi fost şi ea cultivată după mazăre ar fi obținut + 1100 kg. Cultivată al doilea an după mazăre a mai obținut doar 580 kg, adică puțin peste 50 %. În anul al treilea grâul şi orzul au valorificat destul de bine efectul rezidual ameliorator al mazării (640 kg/ha), circa 40%. Ultimele plante însă beneficiază foarte puțin de

acest efect. Porumbul circa 8% (circa 170 kg), iar floarea-soarelui nu mai beneficiază deloc.

Efectul economic al amelioratoarei mazăre la nivelul prețurilor anului 2009 este următorul:

1600 kg grâu	× 400 lei/t = 640 lei
580 kg rapiță	× 980 lei/t = 568 lei
640 kg grâu/orz	× 380 lei/t = 243 lei
170 kg porumb	× 350 lei/t = 60 lei
0 kg floarea-soarelui	× 650 lei/to = 0 lei

Total: 1.511 lei/ha = 302 lei/an

302 lei/an = 72 euro/ha

Cercetări efectuate în Franța (Arvalis Institut des Végétales 2008) arată că într-un asolament de trei ani (mazăre, grâu, grâu), grâul după mazăre a fost cultura cea mai productivă în toți anii experimentali.

Marja azotului anual a grâului în rotație este tot timpul superioară celei a grâului în monocultură. Cumulat pe trei ani, marja azotului rotației cu mazăre este întotdeauna superioară celei din monocultura cu grâu. Profitul suplimentar obținut la grâul după mazăre este cu cel puțin 100 euro/ha superior celui din monocultură, oricâte îngrăşăminte s-ar aplica.

Judecată în felul acesta, premergătoarea mazăre, care în cadrul primului asolament studiat ocupă circa 17% din suprafață, aduce întreprinderii un spor valoric de 302 lei/ha, ceea ce la o fermă de 1000 ha ar trebui să însemne peste 300.000 lei.

Modelul mai sus prezentat este valabil pentru situațiile ideale în care restricția factorului apă nu a depăşit ca risc 20%, iar celelalte elemente tehnologice au fost favorabile unui sol „ecologizat", în sensul în care această noțiune este tratată în această lucrare.

Revenim spunând că nu trebuie uitat faptul că efectul ameliorator al mazării nu se manifestă numai prin azot fixat şi pus la dispoziția asolamentului, ci prin numeroase alte efecte pozitive asupra solului pentru care subliniem: structurarea acestuia, îmbunătățirea activității biologice, reducerea îmburuienării şi efectul antagonist asupra a numeroşi fitofagi ai celorlalte culturi în asolament. Alegerea culturilor înseşi într-un asolament ca cel prezentat mai sus se interacționează pozitiv în obținerea unui randament optim al asolamentului.

Creşterea până la 20% a mazării în asolament pe care o recomandăm fermelor cu suprafețe de până la 1000 ha, ar putea mări cu până la 10% randamentul asolamentului bazat pe leguminoase pentru boabe, plante tehnice şi cereale.

3.2. ROLUL SOIEI (SOIA HISPIDA/GLYCINE MAXIME) (L. Mierr) ÎN ASOLAMENTELE CU CEREALE, PLANTE TEHNICE ŞI ULEIOASE

Spre deosebire de mazăre, care se poate dezvolta bine chiar şi în anii mai secetoşi, datorită semănatului ei mai timpuriu şi a perioadei de vegetaţie mai scurtă, soia venind din zone mai călduroase se seamănă mult mai târziu, plasându-se cu înfloritul şi acumularea substanţelor în boabe în perioada de plină vară, atunci când riscul de apă şi temperaturi înalte poate produce avortarea florilor. Având o rădăcină pivotantă de tipul III, soia pătrunde în profunzimea solului frecvent până la 200 cm (figura 78).

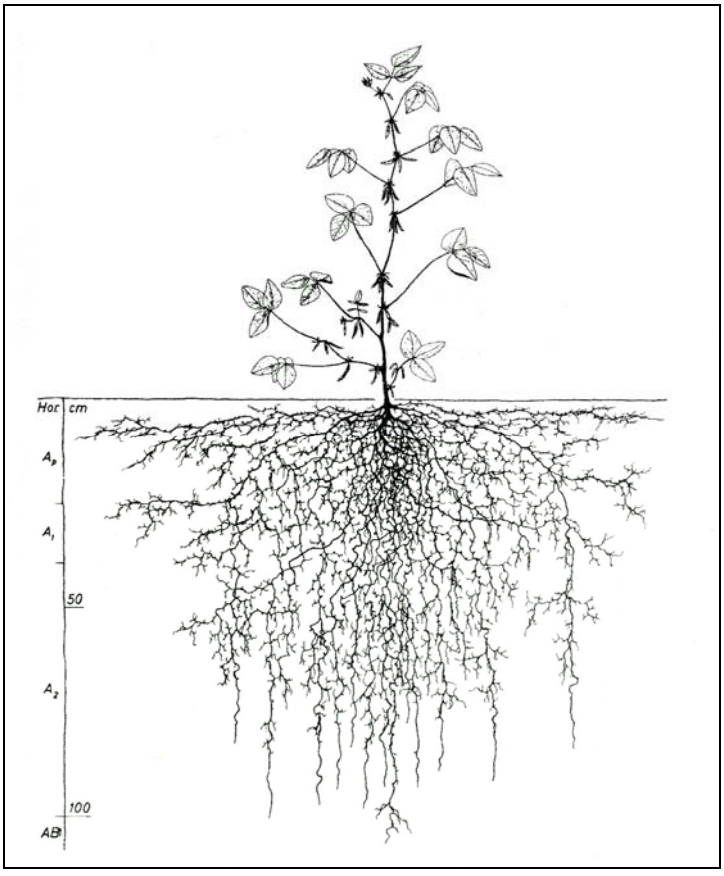


Figura 78. **Rădăcină pivotantă de tipul III la soia pe un sol brun – coluvial** (**Sursa:** Lore Kutschera şi colaboratorii, DLG 2009**)**

Din acest punct de vedere soia în relația cu solul penetrează mai bine şi ecologizează mai convenabil solul dacă acesta este lucrat cu scarificatorul. Rădăcinile laterale au o mare putere de agregare şi datorită unor cantități mai mari de lianți proteici pe care îi lasă în sol.

Formarea nodozităților devine vizibilă în 10-14 zile de la infecție, însă cantitatea cea mai mare de azot se realizează când acestea au ajuns la maturitate, adică cu puțin timp înainte de înflorire. Soia fixează biologic o cantitate de 100-200 kg/ha în funcție de condițiile de viață, din care 150 kg sunt consumate pentru propria ei producție (paie + boabe) (vezi şi figura 79, a).

Ca plantă amelioratoare soia este mai slabă decât mazărea, mai ales pentru cereale de toamnă, din următoarele motive:

a) Consumă o cantitate mai mare de azot fixat datorită cantităților mari de proteină din bob (până la 40%) şi a unui conținut ridicat de ulei > 20%. Pe de altă parte, paiele de soia conțin şi ele o cantitate mare de azot (până la 9%).

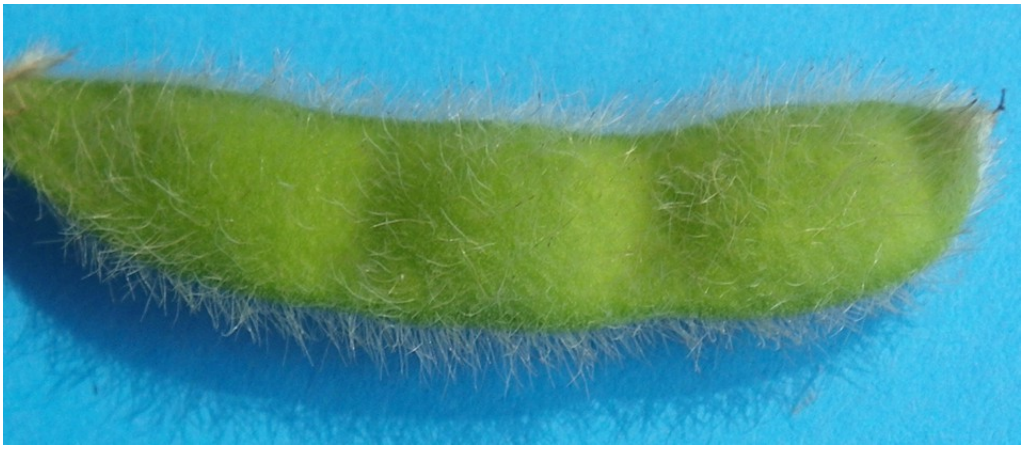
b) Soia se recoltează mult mai târziu decât mazărea, şi nu rămâne suficient timp pentru degradarea lor şi pentru aducerea azotului în circuitul sol – plantă.

c) Lucrările solului după soia se fac mai greu, mai ales din cauza îmburuienării târzii a culturii şi solului.

(a) Aspect al culturii în câmp

(b) Nodozități pe rădăcina principală şi pe cele laterale

(c) Secţiune prin nodul mărită de 20 de ori. Se observă leghemoglobina



(d) Păstăi în formare

(e) Boabele de soia în formare şi acumulare.

Figura 79. **Cultura de soia în Lunca Dunării în curs de fructificare (a) (foto autor). Evoluţia nodozităţilor (b), a leghemoglobinei (c), a păstăilor (d) şi a boabelor în formare (e)** (Foto autor 7 iulie 2009). **Această cultură a fixat circa 160 kg azot, iar din cauza secetei din august a realizat numai 1500 kg boabe şi a consumat circa 100 kg azot/ha. Restul a rămas în sol pentru culturile următoare**

d) Rămâne puțin timp pentru aşezarea solului şi pentru buna pregătire a patului germinativ.

e) Dacă cultura de soia a fost tratată cu trifluralin şi clima a fost mai uscată, există pericolul unei fitotoxicități reziduale de dimensiuni uşor spre mediu (-10-15%) la producția de grâu care urmează.

Cu toate aceste dezavantaje, soia rămâne o bună premergătoare pentru grâu şi o foarte bună premergătoare pentru culturile de primăvară.

Soia rămâne însă o bună plantă premergătoare, mai ales pentru culturile ce se seamănă în primăvară (orzoaică, porumb, cartof, floarea-soarelui, sfeclă etc.).

Repetăm informațiile venite de la cercetătorii din America de Sud cum că în condiții de stres cauzat de apă, ca şi în condiții de aplicare a îngrăşămintelor cu azot, soia se transformă dintr-o plantă premergătoare foarte bună sau bună într-una modestă sau proastă (Ramos Maria şi colab., 2003, Thomas Andrei Luis şi colab., 2005).

Spre deosebire de mazăre, care în niciun fel nu se suportă în monocultură, soia poate fi cultivată doi sau trei ani după ea însăşi. Fenomenul este prezent frecvent pe marile întinderi agrare din Brazilia şi Argentina, dar şi în cordonul porumbului şi soiei din America (Entrup M.L. şi colab., 2000).

Studiile numeroşilor cercetători din America de Sud (Pulppke G.S. şi colab., 1998, Korber, Marcia de Vargos şi colab, 2004, Thomas Andrei Luis şi colab., 2005 şi alții) consideră că încă din al doilea an de monocultură de soia procesul de nodulație şi fixare simbiotică se reduce semnificativ (peste 50%), agricultorii fiind obligați să recurgă la îngrăşăminte azotoase pentru menținerea nivelului recoltei.

În viziunea noastră, aplicarea azotului la soia denotă o defectuoasă cunoaştere a relațiilor între plantă şi sol, îndeosebi între plantă şi microorganismele din sol, conducând la un management defectuos al fermei, la pierderi importante de inputuri naturale. Pe de altă parte, monocultura contribuie esențial la înmulțirea nematozilor specifici, cum ar fi *Meliodogyne incognito*, care se instalează pe rădăcini, colonizează solul şi pot fi uşor transmişi şi către alte culturi cum ar fi porumbul, grâul, bumbacul, sfecla, legumele şi altele. Acesta este unul dintre principalele motive pentru care soia nu trebuie să fie cultivată în monocultură.

Locul soiei în asolament. Deşi se afirmă că soia poate fi cultivată în asolament, sinteza pe 20 de ani a numeroaselor cercetări ne convinge că, la fel

ca şi alte culturi, soia se simte bine în România într-un asolament specific (figura 80).

Soia este o bună plantă premergătoare pentru porumb. Ea lasă solul într-o bună stare culturală, structurat şi cu o rezervă de azot în sol de 50-60 kg s.a. După soia bine întreţinută porumbul poate fi cultivat direct după o lucrare cu tigerul în toamnă la 20-30 cm (deci fără plug) şi o lucrare tot cu tigerul în primăvară, la adâncimea de încorporare a semințelor de porumb.

În asolamentul 1 (5 ani) din figura 80 soia ca plantă amelioratoare transmite circa 60% din efectul ameliorator porumbului, 30% către floarea-soarelui şi, de regulă, maximum 10% către grâu. În condiții de secetă acest efect nu se mai regăseşte la grâu. De fapt, punctul critic al acestui asolament este între floarea-soarelui şi grâu, floarea-soarelui mai ales în condiții de secetă fiind o proastă premergătoare pentru grâu.

Mai reținem şi faptul că rapița nu mai primeşte nimic din efectul binefăcător al soiei în cadrul asolamentului. În concluzie, efectul ameliorator al soiei în asolamentul de 6 ani poate fi cuantificat astfel:

Porumb (1) → + 630 kg/ha → 56,7 Euro/ha Floarea-soarelui (2) → 240 kg/ha → 55,2 Euro/ha Grâu (3) → 105 kg/ha → 11,0 Euro/ha Rapiţă (4) → 0 kg → 0	882 + kg porumb după soia 384 + kg floarea-soarelui după soia 1050 + kg grâu după soia 490 + kg rapiţă după soia

Total: 122,9 Euro/ha
Media/an/ha = 30,72

Prin comparație cu mazărea, rezultă că efectul ameliorator al soiei este de 2,3 ori mai mic pentru asolamentele potrivite Câmpiei Române, în condițiile în care restricția generată de factorii climatici, şi îndeosebi de factorul apă se situează în jur de 40%.

Al doilea asolament, mai scurt, se potriveşte mai bine soiei ca plantă amelioratoare, în sensul că fiecare din cele trei postmergătoare primeşte câte o porție din efectul ameliorator al leguminoasei, şi anume:

Grâu (1) + 1050 kg/ha → 110,2 Euro Rapiță (2) + 250 kg/ha → 77,5 Euro Porumb (3) + 132 kg/ha → 11,9 Euro

Total = 199,6 = 66,5 Euro/an

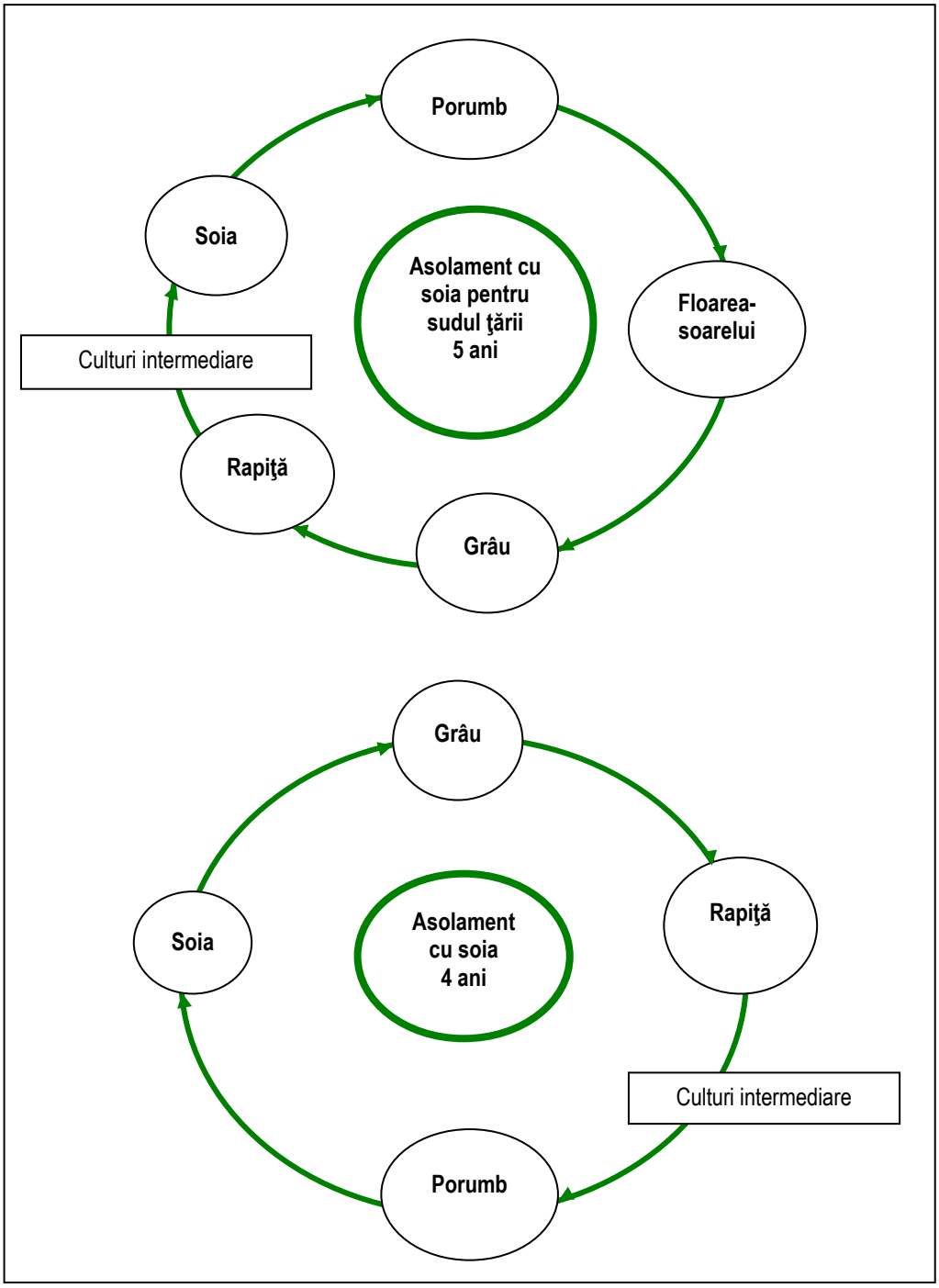


Figura 80. **Două modele de asolament, îndeosebi pentru sudul României**

Asolamentul semiscurt cu soia (4 ani) primeşte de la planta leguminoasă un efect de stimulare a valorii producției/ha de peste două ori mai mare decât în cazul asolamentului de 5 ani. Considerăm că la pragul critic de manifestare şi acțiune a factorilor climatici, plecarea florii-soarelui din asolament, cultură extrem de mare consumatoare de apă, induce un efect favorabil pentru celelalte culturi, mai potrivite acestui gen de asolament (vezi şi figura 81).

Figura 81. **Cultura de grâu din soiul Josef la Modelu, Călăraşi după floarea-soarelui –** stânga, **şi după rapiță –** dreapta

În anul 2009, extrem de secetos la staţiunea Modelu aparţinând Probsdorfer Saatzucht, soiul de grâu Josef după rapiță a obținut cu 830 kg/ha mai mult, în aceleaşi condiții de agrotehnică şi nutriție.

Problema principală a culturii soiei în România pare a fi mai degrabă riscul față de factorul apă decât asolamentul. Cercetările efectuate în perioada 2002 – 2004 au arătat că soia transgenică RR s-a dovedit o plantă premergătoare mai bună decât soia clasică în primul rând din cauza îmburuienării mai reduse din asolament, iar în al doilea rând din cauza numărului mai mic de treceri pe sol, adică a tasărilor mai reduse şi a unui raport între apă/aer în sol mai convenabil plantelor.

3.3. ROLUL CULTURILOR INTERMEDIARE ÎN ASOLAMENTELE MODERNE

Definiţie. Prin **culturi intermediare** înţelegem pe acelea care într-un asolament urmează după o cultură principală, cu recoltare timpurie (orz, grâu, rapiţă şi altele). Cultura intermediară poate fi folosită pentru obţinerea de biomasă destinată furajării animalelor sau obţinerii de energie. În conceptul nostru, al transformării agriculturii spre una intensivă, dar şi ecologizată, culturile intermediare sunt destinate cu deosebire obţinerii unui sistem biologic cu funcţii de protejare a solului, de îmbogăţire a lui în elemente nutritive, de readucere a CO_2 în sol şi pe sol, de obţinere a unor facilităţi fizice şi biologice în stratul arabil şi subarabil al aceluiaşi sol.

Am arătat deja că principiul de bază al conservării solurilor în noul sistem de agricultură este „permanenta acoperire cu vegetaţie a solului". Aceasta înseamnă o permanentă conexiune între plante, sol, climă şi soare, cu o permanentă acumulare de biomasă care serveşte îmbogăţirii în azot şi carbon a solului, premiza pentru reconstrucţia şi dezvoltarea acestora (sistem CICM)*.

În afară de scopul pragmatic prezentat mai sus, culturile intermediare îndeplinesc următoarele funcţii:

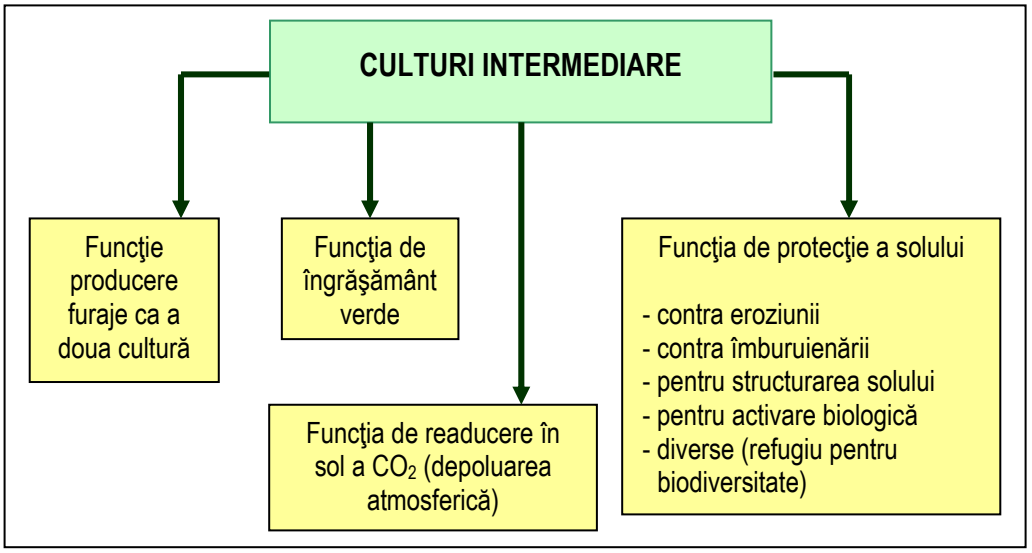


Figura 82. **Funcţiile culturilor intermediare**

* Centru de Informare Cercetări Mediu

Funcția de furaj sau a doua cultură: Este cunoscută de mai multă vreme şi a fost utilizată la început ca funcție exclusiv economică, generată de necesitatea obținerii unor recolte mai mari pe aceeaşi suprafață. În acest scop culturile intermediare au fost de două categorii: culturi intermediare pentru boabe (hibrizi timpurii de porumb după orz sau rapiță destinate boabelor sau silozului) şi ca îngrăşământ verde.

Un asemenea sistem de cultură s-a dezvoltat în sistem irigat şi, exact din acest motiv a condus, îndeosebi în România, la degradarea solurilor, prin exploatarea lor intensivă în care nutriția plantelor s-a realizat aproape exclusiv pe rezerva solului, iar însuşirile fizice au fost degradate fie de către sistemul de irigație defectuos şi primitiv, fie datorită tasării solului. Sistemul „a doua cultură" în România a avut următoarele dezavantaje (figura 84):

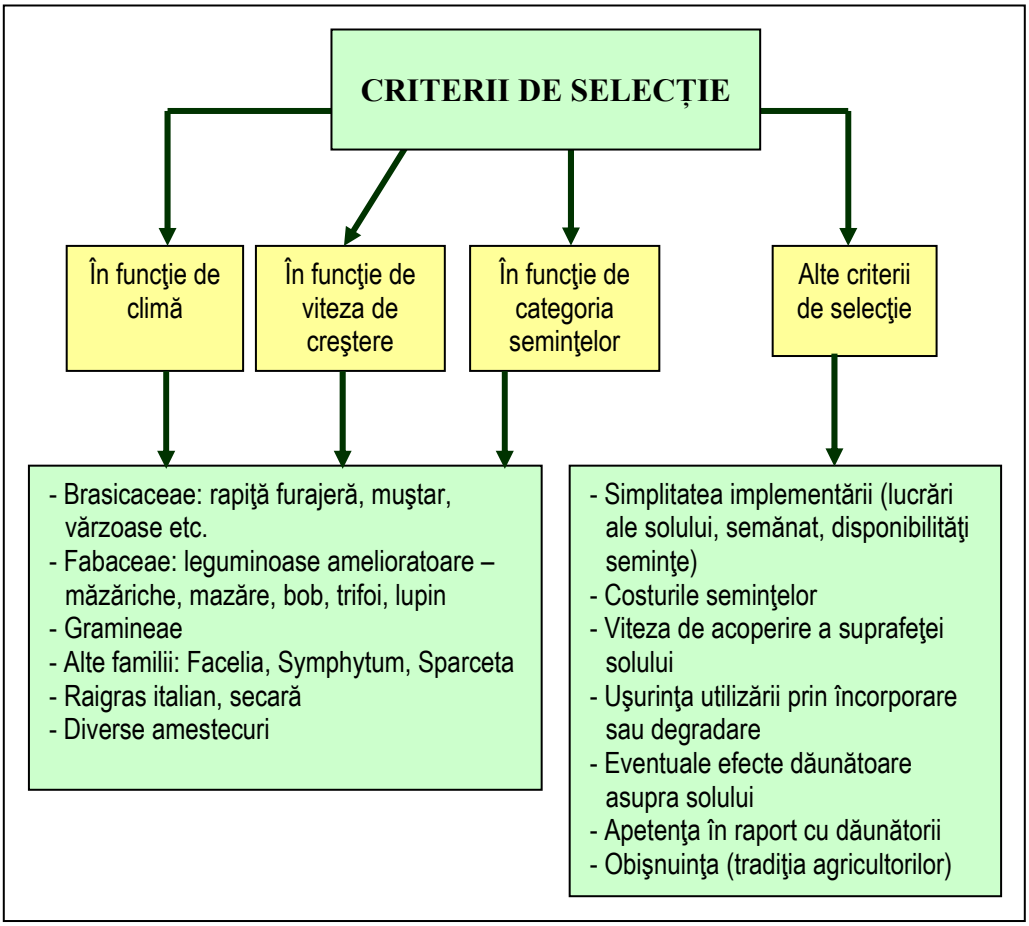


Figura 83. **Criteriile de selecţie a culturilor intermediare în România** (original)

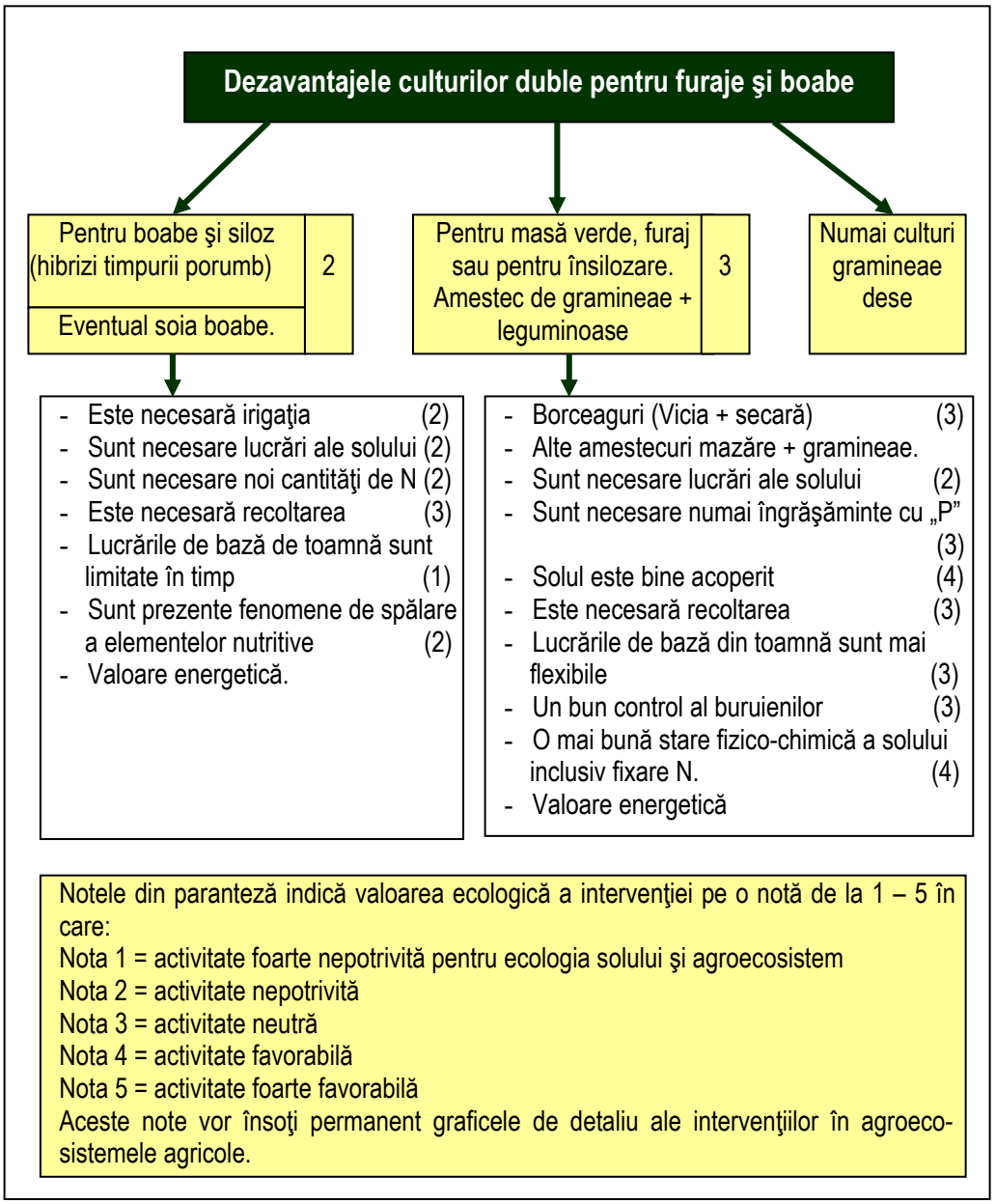


Figura 84. **Culturile duble cu scop exclusiv comercial degradează solul şi ecosistemul**

Figura 85 ne arată foarte clar că pentru starea ecologică a solului culturile dese formate din amestecuri de gramineae şi leguminoase sunt mult mai potrivite decât cele alcătuite din plante prăşitoare. Foarte dăunător este

porumbul ca a doua cultură, mai ales în condițiile din România, unde irigația este absolut necesară. Efectul ecologic al borceagurilor furajere este cu 20% mai mare decât al prăşitoarelor ca a doua cultură.

Borceag

porumb, a doua cultură

Figura 85. **Borceagul este o plantă intermediară mult superioară porumbului**

3.3.1. Funcţia de îngrăşământ verde

În această situație culturile intermediare sau amestecurile dintre ele servesc exclusiv unui sistem special de îngrăşare a solului. Funcțiile acestui sistem sunt prezentate în figura 86.

Funcția de îngrăşământ verde nu permite utilizarea culturilor în scopuri economice (furajere). Folosirea culturilor intermediare ca îngrăşământ verde nu permite în niciun caz utilizarea acestora în furajarea animalelor. Utilizarea biomasei rezultate: există două variante de utilizare a lor, şi anume:

(1) Toamna târziu se taie biomasa, se toacă şi se încorporează în sol.

Până în anii 2000-2001 încorporarea se făcea cu plugul, în care caz cea mai mare cantitate de biomasă se plasa la adâncime, pierzându-se efectul ameliorator în stratul de suprafață.

După anul 2005 în special, încorporarea se face, de regulă, după tăierea biomasei cu un combinator complex tip tiger sau gruber care permite o încorporare sistematică şi uniformă pe adâncime, uneori până la 30 cm. Avantajul acestei încorporări este acela al unei uniforme dezvoltări biofizice a întregului strat arabil. Pe de altă parte, rădăcinile pivotante ale unor culturi precum rapița, varza, facelia etc., prin degradarea post-tăiere lasă în sol un orificiu de drenaj către profunzime prin care apa se poate conserva către

adâncime, iar biomasa solului tinde spre o penetrare în profunzime datorită îmbunătățirii raportului apă/aer şi, în general, a întregii arhitecturi a solului.

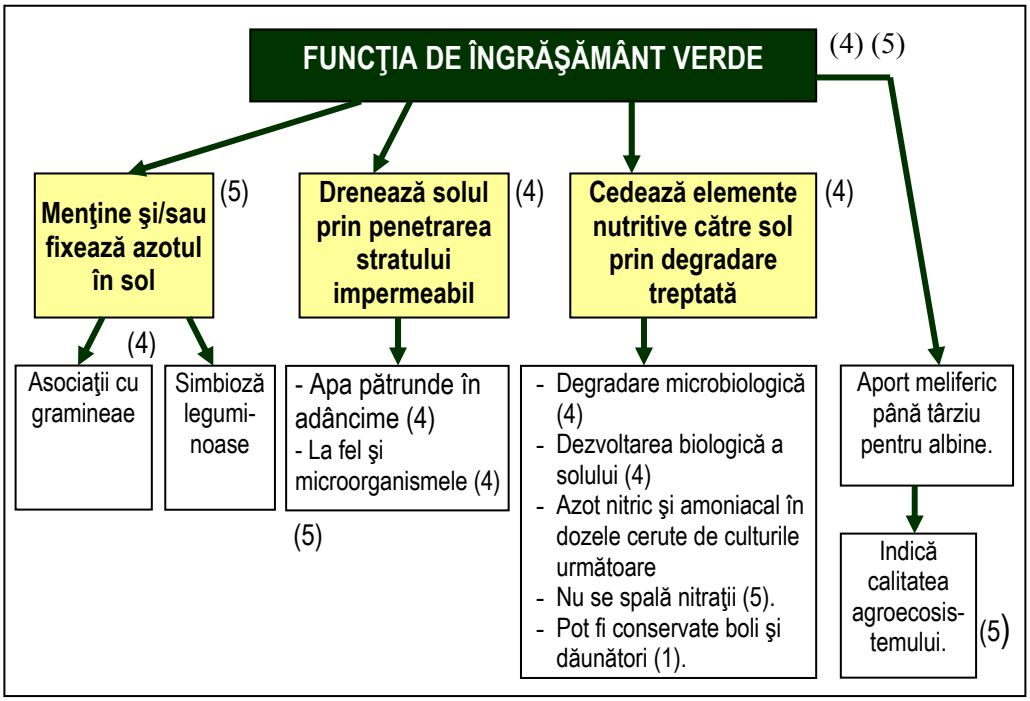


Figura 86. **Detalii asupra funcţiei de îngrăşământ verde a culturilor intermediare şi impactul în funcţia ecologică**

(2) Biomasa obținută de la plantele intermediare cultivate nu este tăiată, este lăsată ca mulci la suprafața solului, în care caz avem de-a face cu un mulci bioactiv (Oancea C. şi colab.) Degradarea bioactivă a muciului nu se face peste iarnă din cauza activităților biologice extrem de reduse. În primăvară, cultura de bază se seamănă direct în mulciul bioactiv. Acesta, prin degradare, începând cu temperatura de 4^{o}C pune la dispoziția culturii de bază elementele nutritive necesare. Până în momentul degradării definitive mulciul joacă un rol important în împiedicarea răsăririi buruienilor şi în conservarea apei, prin împiedicarea evaporației la suprafața solului. Către jumătatea verii mulciul este deja degradat şi intrat în circuitul de substanțe permanent prezent între plante-sol – subsol şi atmosferă.

Printre dezavantajele acestui sistem putem enumera posibilitatea conservării unor boli şi dăunători ca şi a şoarecilor de câmp.

În tabelul 6 vă prezentăm câteva specii destinate culturilor intermediare precum şi țările în care ele se găsesc cu dominanță.

Tabelul 6

Plantele cele mai răspândite în Europa pentru culturi intermediare şi amestecuri

Nr. crt.	Specia	Rapiditate instalare în teren	Dezvoltarea radiculară efect asupra structurii solului şi a fertilităţii	Biomasa vegetală pe suprafaţă	Calităţi apicole (melifere)	Lupta contra levigării nitraţilor	Lupta contra nematozilor	Fixare azot	Ţările cultivatoare
1.	Varză	xxx	xxx	xx	x	xx	x	-	Franţa, Germania, Austria, fără Europa de Est
2.	Muştar	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	-	Idem, + Ungaria şi Polonia
3.	Napi	xxx	xx	xx	x	xx	-	-	Franţa, Olanda, Belgia
4.	Rapiţă	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	x	-	Toată Europa, fără România şi Bulgaria
5.	Hrişcă	xxx	xx	xx	xxx	xx	-	-	Germania, Austria şi Franţa
6.	Ridichi speciale	xxx	xx	xx	xx	xx	xxx	-	Idem
7.	Măzăriche	xx	x	xx	x	-	-	xxx	Toate ţările, mai puţin România şi Bulgaria
8.	Raigras + alte gramineae	xx	xx	xxx	x	xx	-	x	Ţările din UE 15
9.	Trifoi roşu	x	xx	xxx	x	-	-	xxx	Toate ţările, mai puţin România şi Bulgaria

Nr. crt.	Specia	Rapiditate instalare în teren	Dezvoltarea radiculară efect asupra structurii solului şi a fertilităţii	Biomasa vegetală pe suprafaţă	Calităţi apicole (melifere)	Lupta contra levigării nitraţilor	Lupta contra nematozilor	Fixare azot	Ţările cultivatoare
10.	Trifoi alb	x	xx	xx	x	xx	-	xxx	Idem
11.	Sulfină	x	xx	xxx	xxx	-	-	xxx	Toate ţările
12.	Facelia	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	-	Toate ţările
13.	Secară	xx	xx	xx	x	xxx	-	x	Toate ţările
14.	Ovăz	xx	xx	xx	x	xx	-	x	Franţa, Germania şi Estul Europei
15.	Mazăre	xx	xx	xx	x	-	-	xxx	Toate ţările
16.	Lupinul	xx	xxx	xxx	x	-	-	xxx	Ţările din centrul şi nordul Europei
17.	Bobul	xx	xxx	xxx	x	-	-	xxx	Centrul şi nordul Europei.
18.	Camelina	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	-	-	Austria + Germania.

xxx = foarte bine
xx = bine
x = slab

Figura 87. **Facelia este o excelentă cultură intermediară care oferă cei mai buni indicatori evaluaţi în sistemul de culturi intermediare** (foto autor)

Figura 88. **Flori de Facelia** (foto autor)

Figura 89. ***Phacelia viscida*** **– o excelentă plantă meliferă, dar şi ornamentală, înfrumuseţând locurile unde este semănată** (foto autor)

Figura 90. **Bobul oferă o masă vegetativă extrem de bogată, fixează azotul şi structurează cu succes solul** (foto autor)

Deşi este o cultură nouă venită printre culturile intermediare consacrate, această frumoasă plantă care atinge înălțimi de 80-100 cm îndeplineşte o serie de funcții, şi anume:

– o funcție de îndepărtare a nematozilor datorită unor substanțe tip insecticide elaborate de rădăcini.

– Fixarea azotului nitric la nivelul rădăcinilor datorită densității mari a acestora.

– Combaterea buruienilor prin înăbuşirea lor rapidă este foarte eficace şi împotriva pirului.

– Funcția meliferă cu flori bleu atrăgătoare (vezi şi figura 89).

– Funcția de ameliorare a solului şi îndeosebi a formării structurii datorită unui sistem radicular dens şi fin, ce elimină în sol în permanență substanțe organice liante.

– Este rezistentă la paraziți şi nu necesită întrețineri speciale.

Toate culturile intermediare au nevoie de apă. Uneori aceasta nu este în cantități suficiente, mai ales în țări ca România, şi mai ales în sudul țării. Acesta nu este un motiv să nu semănăm culturile intermediare. Orice oportunitate privind umiditatea solului şi a aerului trebuie folosite în vederea reconstrucției ecologice ale celor peste 5 milioane soluri degradate din zona agricolă românească.

Figura 91. **Raigras (*Lolium sp.*) cultivat în vară ca plantă intermediară**
(Sursă: anonim internet)

Sistemele de culturi intermediare care se folosesc astăzi în Europa sunt orientate pe trei direcţii, şi anume:

1) Amestecuri pentru fixarea şi conservarea azotului – în acest sens sunt folosite:

a) 50% trifoi încarnat, 20% măzăriche, 20% ovăz;
b) 30% facelia, 20% ovăz, 50% trifoi Alexander;
c) mazăre 50%, ovăz 50% (borceag) – folosită şi în România;
d) măzăriche 30%, mazăre 20%, orz 50%;
e) măzăriche 50%, camelina 50% – amestec propus şi pentru România în anii viitori.

2) Amestecuri destinate drenării în profunzime, acoperirii solului, şi pentru albinărit:

a) facelia 60%, trifoi încarnat 30%, sulfină 20%;
b) facelia 60%, măzăriche 30%, camelina 20%;
c) rapiţă 60%, trifoi încarnat 30%, sulfina 20% şi altele.

Figura 92. **Amestec de camelină cu bob mare. Este un excelent amestec pentru conservarea azotului şi a fixării lui** (foto autor)

3) Diverse amestecuri cu caracter mixt, precum:

a) muştar + măzăriche 50% + 50%;
b) măzăriche de iarnă + secară 50 + 50% serveşte ca mulci bioactiv;
c) Raigras + trifoi încarnat, şi multe altele.

3.3.2. Înfiinţarea şi întreţinerea culturilor

De cele mai multe ori culturile intermediare se amplasează după culturi timpurii ca orzul, mazărea, rapița şi chiar soiurile timpurii de grâu.

Figura 93. **Semănatul direct în mirişte**
Este vorba de muştar în miriştea de grâu(sus) şi trifoi încarnat în miriştea de grâu (jos). Este necesar pentru obţinerea unei cantităţi bune de biomasă să existe circa 3 luni de vegetaţie între semănat şi primul îngheţ dacă nu ne situăm în poziţia de mulci de iarnă. Acest procedeu este foarte apreciat astăzi, atât de cercetare cât şi de practică. Fotografii după Guetler GmbH (www.guetler.de/uni2)

Semănat direct în mirişte | Gruber + semănat

Figura 94. Sus: **Diferenţa dintre muştarul semănat direct în mirişte** (stânga) **şi cel după lucrarea cu gruberul** (dreapta). Jos: Dreapta: **Semănat direct în mirişte** (stânga), **gruber adânc** (mijloc) **şi gruber superficial** (dreapta).

Solul se lucrează superficial cu un cultivator sau un tiger şi se seamănă conform tehnologiilor specifice. Se seamănă de regulă după o ploaie de 10 mm sau o irigare uşoară.

Numeroase experimente efectuate în spațiul german (Guetler 2001) arată că aproape toate culturile intermediare pot fi semănate cu maşini specializate, direct în miriştea diverselor culturi (figura 95).

Figura 95. **Maşină de semănat**

Toate celelalte sisteme de lucrări ale solului şi semănat, conform aceluiaşi autor şi confirmate şi de observațiile noastre nu au dus la rezultate mai bune (vezi tabelul 7 şi figura 96).

Tabelul 7

Procentul de substanță uscată şi cantitatea de substanță uscată obținută la muştar semănat în diferite sisteme de lucrări şi semănat
(Guetler, 2009)

Nr. crt.	Sistemul de lucru	Cultură interme-diară	Moment semănat	Raport masă/plantă			% s.u.	total s.u./ha
				rădăcină	tulpină	frunze		
1	Semănat direct în mirişte cu semănătoarea UD	muştar	15.08	28	45	27	21	36,8
2	Gruber + cilindru rotativ cu KE (20 cm)	muştar	22.08	35	36	29	12	18,8
3	Gruber superficial + MD direct semănat	muştar	22.08	36	41	23	13	25,0

Din acest tabel este de reținut faptul că semănatul direct în mirişte a permis intrarea imediat după recoltare a maşinii de semănat în timp ce pentru pregătirea solului cu gruberul a fost necesară în plus o săptămână. Aceasta conduce în varianta 1 să se obțină la sfârşitul perioadei de vegetație plante mai mature cu un procent mai ridicat de s.u. (vezi şi figura 73). Putem spune că resursa căldură şi lumină a fost insuficient folosită în variantele 2 şi 3.

1

2

3

Figura 96. **Cultură intermediară de mazăre, tip samulastră, la Alexandria, 2009**
(1) Vedere în câmp. (2) Planta la data de 26.08. Se ajunsese la formarea păstăilor. (3) Pe rădăcinile de mazăre nu s-au format nodozităţi, urmare a efectului mazăre după mazăre, şi deci nu s-a fixat azot (Foto autor, 26.08.2009)

Rezultatele obținute cu Facelia au demonstrat că, fie şi atunci când se seamănă după grâu (7.08) s-a putut obține o masă uscată de aproape 3,8 t/ha, mai mult ca la muştar, 3,5, respectiv 3,6 t/ha, lucrat cu cele două adâncimi ale gruberului. Facelia reacționează, de asemenea, foarte bine la semănatul în mirişte.

Există şi situații în care la unele culturi, cum este mazărea, în anii secetoşi nu pot fi recoltate toate păstăile şi o cantitate mare de semințe rămâne pe sol. În asemenea situații şi pentru o economie maximă de resurse se recomandă o lucrare superficială cu tigerul. O ploaie căzută la timp, în 2009, pe terasa Burnasului, Teleorman, a condus la obținerea unei biomase de mazăre de circa 2,4 t/ha (vezi şi figura 96). În acest caz însă, fiind vorba de mazăre după mazăre fixarea simbiotică a azotului a fost foarte mică. Totuşi, samulastra de mazăre a reținut azotul de la prima cultură şi l-a imobilizat, punându-l treptat la dispoziția culturii de grâu de sămânță care a urmat.

3.3.3. Câteva culturi intermediare şi însuşirile lor amelioratoare

Problema utilizării culturilor intermediare (a doua cultură) ca posibilități de ameliorare a solului este încă suficient de nouă, şi deci insuficient studiată.

Până în prezent, cultura a doua, mai ales în România, a fost utilizată în special pentru furajare, iar în cazul soiei şi porumbului în variante sortimentale foarte timpurii a fost utilizată şi pentru boabe (de regulă după rapiță şi orz). În vestul Europei s-a încetățenit termenul „îngrăşământ verde" (Vezi Engrais Vert - Wikipedia), considerându-se că acestea imobilizează în biomasă azotul predispus spălării în adâncime sau pierderii prin amonificare după care este redat prin tăiere şi încorporare solului.

Recent, aşa cum s-a arătat anterior, funcțiile acestora au fost semnificativ lărgite, devenind din culturi furajere în îngrăşăminte verzi adevărați amelioratori ai solului. Un îngrăşământ verde este impropriu zis, pentru că el aduce solului cu mult mai mult decât un act de nutriție; văzut ca ameliorator el intră în reacție cu „viața solului" pe care o stimulează realizând o optimizare a însuşirilor biochimice şi fizice, urmată de o manifestare optimizată a relațiilor dintre plantele de cultură – sol – atmosferă o mai bună utilizare a factorilor de vegetație, apă, CO_2, elemente nutritive şi în deplină corelație cu curbele de consum ale culturilor.

În felul acesta modelul agroecologic se apropie foarte mult de modelul de manifestare a ecosistemelor naturale, în care practic lipsesc inputurile de sinteză. În tabelul 8 prezentăm câteva plante intermediare şi posibilitățile lor de a ameliora solul. Sunt prezentate alături şi câteva detalii de cultură cum ar fi: cantitatea de semințe, lucrările solului şi modul de semănat. Alte detalii pot fi găsite de cititorul nostru în cărțile de specialitate.

Tabelul 8

Caracteristici şi funcţii amelioratoare a diferitelor culturi intermediare sau perene

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
1	Rapiţă furajeră diverse soiuri. *Brassica campestris.*	0,8-1,8 m	15-20 kg/ha	**Avantaje:** Este foarte bogată în azot, o bună plantă capcană pentru surplusul de nitraţi din sol. Acoperă foarte bine solul, pe care îl apără de eroziuni, de tasări şi spălări în profunzime a nitraţilor. Oferă o cantitate mare de biomasă atât pentru furaje cât şi ca îngrăşământ verde. Din cauza volumului mare de biomasă este mai puţin indicată ca mulci verde sau bioactiv. Oferă o acţiune repulsivă pentru nematozi. În condiţii de umiditate suficientă rădăcinile penetrează straturi de sol compact, ajutând la refacerea însuşirilor fizice. **Dezavantaje:** Nu se poate cultiva după culturi din aceeaşi familie, muştar, ridichi, şi nici acestea după rapiţă.	Se poate semăna din martie până în august. În România ideal este de la recoltarea orzului (sfârşit iunie) până la recoltarea grâului (sfârşit iulie). Se seamănă direct pe mirişte după o lucrare cu tigerul.	Este pretenţioasă la apă şi de aceea este preferabilă înfiinţarea culturii după o ploaie sau o irigaţie cu o normă de 200-300 m^3/ha.
2.	Lucerna (*Medicago sativa*)	50-80 cm	25 kg/ha	**Avantaje:** Este o excelentă plantă furajeră şi amelioratoare a solului. Fixează anual o cantitate de azot datorită simbiozei cu *Sinorhizobium melitoti*, care poate ajunge la 340 kg/ha. Protejează solul contra eroziunii şi datorită unui sistem pivotant foarte adânc participă la reconstrucţia	Semănatul se face de regulă din martie până în septembrie. Trebuie menţinută în cultură minimum 3 ani. Atenţie: O lucernă mai bătrână de 5 ani este mai greu de desţelenit şi de	De regulă se seamănă după cereale cultivate în subsolaj, după o lucrare cu tigerul. Pentru o răsărire mai rapidă este indicat un sol umed. Atenţie, se îmburuienează uşor şi,

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				fluxurilor pe profilul solului. Este rezistentă la secetă şi contribuie la îmbogăţirea solului în humus şi, bineînţeles la structurarea lui. **Dezavantaje:** Necesită soluri neutre bogate în calciu. Se inhibă la umiditate excesivă. Se instalează lent şi poate fi folosită numai ca solă. Săritoare în asolament.	readus în arsenalul plantelor anuale.	de aceea, măsurile de stopare a îmburuienării sunt bine venite. După prima coasă lucerna luptă bine cu buruienile.
3	Muştar alb şi galben (*Sinapsis alba*)	25-60 cm	20-30 kg/ha	**Avantaje:** Are o creştere foarte rapidă acoperind repede solul, acţiune antierozională. Este ideal ca mulci verde. Poate intra în rândul plantelor utilizabile în mulciurile bioactive. Se poate semăna cu măzărichea, mărindu-i valoarea bioactivă. Acţiune antinematoidă consistentă. Combate uşor prin concurenţă buruienile. **Inconveniente:** Lasă în sol substanţe îmbibante care solicită întârzierea culturii postmergătoare. Ajunge repede la maturitate. Nu se foloseşte ca premergătoare pentru alte crucifere (varză, ridichi, rapiţă etc.).	Se seamănă din martie până în septembrie. Ca a doua cultură merge foarte bine după orz şi grâu, mai rar după floarea-soarelui timpurie şi numai dacă este apă suficientă în sol. Se preferă în toamnă tăierea şi lăsarea ei ca mulci pe sol sau încorporarea în sol. Este potrivită pentru înverziri pentru scurtă durată.	Terenul este de dorit să fie bine lucrat, la umiditate optimă cu tigerul şi la adâncime superficială.
4	Napi furajeri (*Brasica napus*)	60-150 cm	15-20 kg/ha	**Avantaje:** Creştere rapidă şi, la fel ca la rapiţă, cu care se confundă foarte adesea, este bogată în azot. Utilizabilă ca furaj şi ca îngrăşământ verde. Din cauza biomasei ridicate este necesar uneori ca o parte să fie folosită ca furaj şi o parte ca mulci tocat pe suprafaţă.	Este o cultură pentru o acoperire rapidă, tipică culturilor itnermediare. Se seamănă în iulie-august după cereale păioase (orz, grîu). Necesită umiditate la răsărire.	Terenul se pregăteşte ca la rapiţă şi muştar.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				Rezistă bine la secetă şi se recoltează rapid. **Dezavantaje:** Puţin rezistentă la ger. Nu se cultivă după ridichi sau rapiţă.		
5	Camelina (*Camelina sativa*)	30-120 cm	7-10 kg	**Avantaje:** Este o plantă de cultură nouă promovată din flora spontană. Este adaptată terenurilor mai sărace. Este rezistentă la secetă şi dă recolte bune pentru mulcire sau îngrăşământ verde. Acţiune antinematocidă. Scoate elementele nutritive din profunzime. Este ideal partener de amestec pentru măzăriche, bob, mazăre cu care formează amestecuri ideale pentru ameliorarea solurilor. Este rezistentă la ger. **Dezavantaje:** Mai puţin potrivită pentru furaj, creşte ceva mai înaltă ca rapiţa, biomasa cu 20-30% mai redusă. Nu se seamănă după crucifere.	Se seamănă din primăvară, devreme şi până în toamnă. Este ideală pentru înverzirea terenurilor secetoase, acolo unde rapiţa nu dă rezultate.	Lucrările solului se fac la fel ca la rapiţă, cu precizarea că se lucrează cu tigerul cât mai superficial, mai ales dacă lipseşte apa.
6	Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*)	80-100 cm	10-15 kg	**Avantaje:** Oferă o puternică acţiune nematicidă. Fixează nitraţii la nivelul rădăcinilor, susţrăgându-i de la spălare. Înăbuşă repede buruienile, fiind specifică pentru combaterea pirului, inclusiv fenomene alelopatice. Înfrumuseţează peisajul datorită florilor bleu sau violet foarte frumos colorate. Este o excelentă plantă meliferă. Plantată în august, phacelia dezvoltă o biomasă de circa 3000 kg s.u., (circa 2000 kg masă verde).	Se poate semăna după recoltatul cerealelor. Ajunge la maturitate la mijlocul lui noiembrie. Ea poate fi recoltată la început de noiembrie şi lăsată ca mulci. Temperatura minimă de germinaţie: 3^{o}C, optim 8-10^{o}C. Germinaţia se opreşte la 30^{o}C. În zonele	Solul se pregăteşte ca pentru orice cultură cu seminţe mici. Se cultivă pe soluri diverse. Rezistă însă pe soluri nisipoase.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				Inconveniente: Pauză de 6-8 săptămâni pentru poluarea solului în cultură. Ajunge repede la maturitate - 50 de zile de la semănat în condiţii bune.	blânde poate fi semănată şi toamna, rezistă la -8°C.	
7	Raigrassul englezesc (*Lolium perenne*)	20-60 cm format tufă	25-30 kg/ha	**Avantaje:** Ideal pentru terenurile proaspete, poate fi utilizat în amestec cu trifoiul alb. Vigoare puternică. Poate fi semănată şi târziu. Constituie spaţii verzi consistente. Fixează azotul biologic asociativ. Protejează solul contra eroziunii şi a spălării în profunzime a azotului. Formează micorize. **Dezavantaje:** Atrage numeroase insecte dăunătoare, larvele ţânţarilor mari şi omida verde.	Deşi luptă bine şi este competitivă în ecosistemele de pajişti, în cultură necesită soluri grele, proaspete şi bogate în humus. Perenitatea ei durează bine 4 ani. Necesită lucrări atente de prelucrare a solului şi semănat. Se dezvoltă bine la sub 25°C şi ploi regulate.	Se poate semăna devreme sau târziu ca plantă intermediară. Se preferă lunile iulie-august. Ea poate rămâne intermediară 3-4 ani, mai ales dacă se seamănă împreună cu trifoiul alb.
8	Raigrassul italian (*Lolium multiflorum*)	60-120 cm	30-40 kg/ha	**Avantaje:** Este ideal pentru terenurile proaspete şi pentru a fi utilizat în asociaţie cu trifoiul comun (roşu sau violet). Se poate semăna târziu, oferind şi un furaj de calitate. Fixează biologic până la 180 kg N/ha/an. Protejează solul contra eroziunii şi a spălării azotaţilor. Acceptă micoriza şi se recoltează uşor. Biomasă ridicată. Perenitate 2-3 ani. **Dezavantaje:** Creştere foarte rapidă, atrage aceleaşi insecte dăunătoare ca cel englezesc.	Se poate semăna din martie până în octombrie. Este valabil pentru o înverzire de 18 luni. Necesită aceleaşi condiţii ca mai sus.	Raigrassul italian este o cultură exigentă care necesită terenuri bogate şi profunde, umede dar fără exces şi un climat relativ blând. Nu este potrivită stepelor din sudul României. Merge însă bine în zona de nord.
9	Trifoiul roşu (*Trifolium*	20-40 cm	20-25 kg/ha	**Avantaje:** Este o leguminoasă valoroasă care înlocuieşte lucerna în	Se poate semăna din martie până în	Terenul va fi bine pregătit cu tigerul la 8-

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
	pratense)			zonele mai nordice. Este amelioratoare de sol pentru că fixează biologic până la 180 kg N/an în funcţie de condiţiile climatice. Structurează solul şi acceptă micoriza. **Dezavantaje:** După acoperirea terenului poate intra în repaus. Creşte mult mai bine în asociaţie cu raigrassul. Pleacă greu în vegetaţie dacă solul este rece şi poate fi invadat de buruieni. Nu acceptă specia *Anagallis* (alelopatie).	septembrie. Iunie este însă cea mai potrivită perioadă de semănat. Durata vegetaţiei în funcţie de interes, de la 6 luni la 2 ani. La 6 luni poate fi folosit exclusiv ca plantă amelioratoare.	10 cm adâncime. Se seamănă la 3-4 cm.
10	Trifoiul încarnat (*Trifolium incarnatum*)	20-50 cm talie	25-30 kg/ha	**Avantaje:** O leguminoasă foarte valoroasă pentru furaje şi hrană umană precum şi reconstrucţie ecologică a solurilor. Aduce în sol o cantitate mare de azot prin fixare simbiotică. Se cultivă după crucifere: rapiţă, varză etc. **Dezavantaje:** După ocuparea terenului poate intra în repaus. Demarează greu în cultură şi poate fi invadat de buruieni. Nu întotdeauna germinaţia este viguroasă. Nu acceptă parteneriat cu buruiana *Anagallis arvensis*.	Este o foarte bună plantă amelioratoare, fiind anuală. Se seamănă de regulă în terenuri curate. Este potrivită pentru înverziri până la 6 luni. Potrivit pentru mulci bioactiv rapid.	Terenurile se pregătesc ca şi pentru celelalte specii de trifoi. Preferă terenurile uşoare dar cu precipitaţii regulate.
11	Schinduful (*Trigonella foenum-graecum*)	30-60 cm	20-30 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă utilizată în agricultura ecologică ca îngrăşământ verde şi refacere sol. Este destinată semănăturilor intermediare de nişe, maximum 3 luni. Se taie înainte de înflorire şi se lasă pe	Este plantă anuală. Poate fi semănată din martie până în septembrie. Acoperă secvenţe de 3 luni pe sol pe care dezvoltă o biomasă foarte	Se seamănă, de regulă, după crucifere pe teren bine pregătit. Se taie în toamnă şi se încorporează.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				sol sau se încorporează. Face parte din programele de mulcire bioactivă. Este, de asemenea, o plantă colorantă (colorează ţesăturile) şi aromatică (aroma specială pentru anumite brânzeturi). Poate fi utilizată şi ca plantă alimentară. **Dezavantaje:** Unele însuşiri alergice dacă este consumată ca hrană. Atenţie, ca plantă medicinală trebuie bine dozată.	utilă protecţiei solului şi îmbogăţirii lui în azot şi numeroase enzime.	
12	Bobul (*Vicia faba*)		250 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă de climă moderată dar suficient de umedă, utilizată pentru aprovizionarea cu azot a solului şi pentru structurarea acestuia. Poate fi cultivat în amestec cu ovăz, orz sau cu crucifera camelina. Dă o masă vegetativă bogată. Se foloseşte ca mulci şi îngrăşământ verde încorporat. Este rezistent la boli şi dăunători, deci foarte ecologic. **Dezavantaje:** Greu de recoltat ca boabe. Gramineele amestec nu se maturează simultan.	Se seamănă din martie până în octombrie. Există soiuri de primăvară şi de toamnă. Există soiuri rezistente la ger până la -10°C. Se seamănă distanţat la 50-60 cm. Nu necesită soluri special lucrate. Adâncimea de semănat: 5-6 cm.	Este foarte flexibil ecologic şi preferă ca premergătoare cerealele şi invers.
13	Lupinul alb (*Lupinus albus*)	30-120 cm	50-60 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă pentru furaj şi ameliorarea solului. Fixează simbiotic până la 200 kg azot în 109-180 zile în funcţie de soi. Obţine o biomasă ridicată bogată în proteină şi hidraţi de carbon. Ajunsă în sol biomasa este uşor descompusă de	Se seamănă de-a lungul întregului an. Durata de vegetaţie 2-4 luni, ultima pentru varianta de iarnă. Preferă solurile acide şi relativ umede; este însă flexibil ecologic.	Aceleaşi lucrări ale solului ca la bob şi măzăriche, Se cultivă în rânduri dese – 15 cm, sau rare – 75 cm.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				microorganisme şi heteropolicondensată în humus din cauza unui raport favorabil C/N.Conţinut proteic în boabe până la 57%, ulei 12%. **Dezavantaje:** Unele soiuri pot fi uşor toxice pentru oameni şi animale din cauza zbor alcaloizi prezenţi în biomasă şi în seminţe.		
14	Măzărichea (*Vicia sativa, vicia pannonica*)	20-60 cm	80-90 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă care poate fi cultivată şi peste iarnă. Constituie o alternativă la mazăre în culturi intermediare. Se pretează bine în amestecuri cu cereale, ovăz, orz şi unele crucifere precum camelina. Excelentă plantă amelioratoare a solului. Se pretează la mulcirile bioactive. **Dezavantaje:** Nefiind erectă, sămânţa se produce greu. Favorizează unele ciuperci dăunătoare de sol.	Sunt numeroase specii şi soiuri de măzăriche pentru diferite tipuri de amestecuri. De regulă, ele se numesc borceaguri şi sunt alcătuite dintr-un melanj de măzăriche cu secară, ovăz sau orz. De regulă, se seamănă 80-90 kg măzăriche cu 30-40 kg la cereale. Pentru borceagul de toamnă se foloseşte *Vicia pannonica* iar pentru cel de primăvară *Vicia sativa*.	Pregătirea terenului se face ca după mazăre. De regulă, pe fond scarificat pentru ca solul să fie profund şi penetrabil. Polul germinativ se pregăteşte cu tigerul. Se obţine o biomasă de 20-30 to/ha care poate fi folosită ca furaj sau încorporată.
15	Sparceta (*Onobrychis viciaefolia*)	40-90 cm	70-80 kg/ha	**Avantaje:** Plantă leguminoasă utilizabilă atât pentru furaj cât şi pentru reconstrucţia biologică şi fizică a solului. Fixează simbiotic până la 150 kg N. Este o foarte bună plantă meliferă. Obţine o biomasă suficient de mare, dar mai mică decât lucerna şi trifoiul. Rezistă la secetă.	Se seamănă în terenuri bine pregătite în cultură pură sau în amestecuri fără plantă protectoare la 8-12,5 cm între rânduri şi la 3-4 cm adâncime.	Ca plantă protectoare, sparceta se recoltează la 10-20 cm în momentul îmbobocirii se taie mărunt şi se încorporează în sol la 20-25 cm.

Nr. crt.	Specia de cultură intermediară	Dimensiuni (înălţime)	Doza de sămânţă	Caracteristici şi funcţii amelioratoare ale solului	Date privind semănatul	Alte date
				Perioada de ameliorare ca îngrăşământ verde: 2-3 ani. **Dezavantaje:** Solicită terenuri curate de buruieni. Revine pe acelaşi teren după 6-7 ani. Între timp mai este necesară cel puţin o plantă amelioratoare a solului.		
16	Sulfina galbenă (*Melilotus officinalis*)	50-100 cm	25-30 kg/ha	**Avantaje:** Este considerată o excelentă cultură ca îngrăşământ verde, mai ales pe solurile alcaline, calcaroase. Se foloseşte ca a doua cultură după plante timpurii (rapiţă, orz, etc.) Obţine o biomasă verde de 6-10 to/ha şi lasă în sol o cantitate de 80-120 kg N. Din cauza conţinutului în cumarină este contraindicată ca furaj. Este foarte potrivită pentru reconstrucţia covorului vegetal şi a preeriilor secetoase. La noi este foarte potrivită pentru zona Constanţei. Se poate amesteca cu gramineae. Este şi o excelentă plantă meliferă şi medicinală. **Dezavantaje:** Este toxică dacă intră în furaje în cantităţi mari invaziv datorită cantităţilor mari de seminţe pe care le produc.	Terenul se pregăteşte la fel ca la lucernă, ultima lucrare fiind cu tigerul, superficial. Nu sunt necesare îngrăşăminte cu N, mai ales dacă s-a efectuat tratament cu produse bacteriene. Se seamănă superficial la 3-4 cm. La 15-20 cm înălţime dacă nu se decide altfel biomasa se taie şi se încorporează la 20-25 cm. Ameliorează solul pentru 2-3 ani.	Datorită caracterului ei invaziv este foarte potrivită pe solurile în pante indiferent de textura solului. Importantă ca reacţie uşor alcalină. protejează foarte bine solul contra eroziunii. Formează asociaţii cu diferite gramineae de stepă (*Agrostis sp.)*

Capitolul 4
MODELE DE ASOLAMENTE

Agricultura viitorului, în procesul ei de transformare are nevoie de o gândire a sistemului de culturi şi asolamente, ţinând cont în primul rând de noile modificări climatice. Asolamentul va juca un rol major care, atât tehnic cât şi economic va fi necesar să devanseze rolul pieţei. Produsele calitativ superioare şi abundente pe care populaţia pământului, şi ea în continuă creştere, le solicită, nu se vor putea obţine în monoculturi. Principiile şi condiţiile care stau la baza alcătuirii noilor modele de asolamente sunt următoarele:

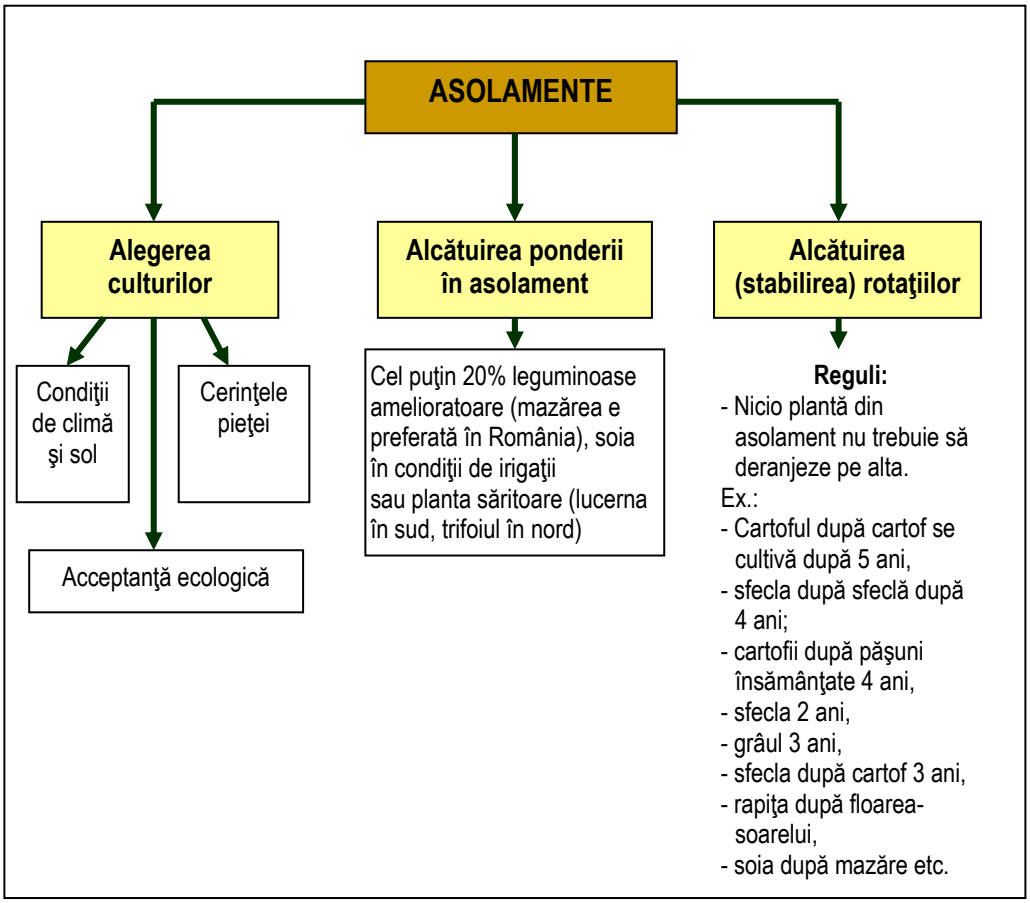


Figura 97. **Principii şi condiţii necesare alcătuirii asolamentului**

Măsura în care o premergătoare îşi deranjează postmergătoarea se judecă în funcţie de numeroşi factori, printre care citǎm neapărat condiţiile climatice. În niciun caz nu vom putea recomanda grâu sau alte cereale după floarea-soarelui într-un an secetos sau foarte secetos. Dimpotrivă, acest lucru este posibil dacă solurile au fost ecologizate, apa a fost bine conservată şi se aplică şi produse de reglare a fotosintezei de natură minerală sau organică, exclusiv naturală cum ar fi Agrosolul sau Biovinul.

Mulţi autori recomandă după distrugerea lucernei cultivarea grâului. Noi considerăm că lucerna deranjează grâul în primul rând prin lăstărirea puternică. Porumbul ca postmergătoare după lucernă este mai potrivit.

Am arătat anterior că multe plante premergătoare lasă în sol substanţe chimice de natură organică, care pot induce fenomene de alelopatie. De exemplu: culturile gramineae pentru furaje nu cresc bine după cartof din această cauză.

În stabilirea culturilor şi a rotaţiei lor într-un asolament, fermierii, agricultorii sau ţăranii nu trebuie să se teamă de lipsa cunoştinţelor, fiind foarte necesară apelarea la consultanţi de specialitate. În general, alcătuirea unui model (modelări) în domeniul asolamentului culturilor agricole dar şi a biomasei necesare bioenergiei se face ca în figura de mai jos:

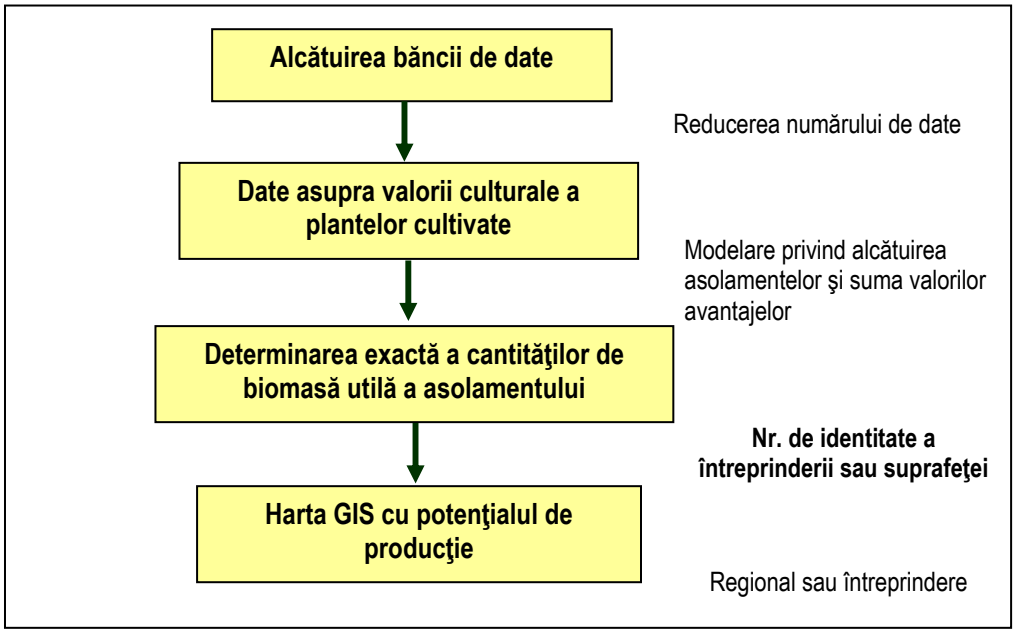


Figura 98. **Algoritmul alcătuirii unui model de asolament la nivel de întreprindere sau zonal cu determinarea eficienţei asolamentului, adică a valorii totale a biomasei** (original)

Modelarea producției în asolament poate fi efectuată cu așa-numitul sistem „bym” (biomass yield model), elaborat de Piorr în 2009 şi 1999. Alcătuirea modelului „bym” pleacă de la idea că producția fiecărei plante din asolament este o funcție (z), generată de fertilitatea solului (x), redată prin numărul de puncte de bonitare pe care îl obținem din harta cartării solurilor şi umiditatea generată de precipitațiile anuale în sol (y).

Modelul „bym” poate fi utilizat la scară mare (regiune, țară şi îndeosebi pentru culturile destinate obținerii de biomasă bioenergetică). Pentru a putea fi utilizată la scară mică, adică la nivelul fermelor, modelul Piorr poate să rămână unul tridimensional, pentru a putea fi reprezentat grafic (z) = f (x,y), dar în care variabilele x şi y să fie modificate astfel:

X = un indice al stării de fertilitate, generat de condițiile naturale în care s-a format solul (indice puncte de fertilitate exprimat între 0 şi 1 [de ex. 70 pct. = 0,7], iar al doilea component se obține din efectele antropice de îmbunătățire a solului. În această situație propunem următoarea scară (original):

1. Sol tasat, fără structură, fără activitate biologică esențială, fără conductibilitate pentru apă şi aer. Nu se poate practica agricultura.
2. Sol cu structură în curs de formare, cu o activitate biologică a solului la 20% din normal, în care au început lucrările de ecologizare pe profil (scarificare).
3. Sol mediu ecologizat, structură peste 50% formată şi stabilă, activitate biologică peste 50% refăcută, fluxurile pe profil funcționează în procent de peste 50%. Apa poate fi conservată, şi la fel şi azotul.
4. Soluri peste 75% ecologizate, structura solului refăcută peste 75/, apare o arhitectură stabilă a solului cu o bună activitate biologică.
5. Soluri integral refăcute ecologic 90-100%, cu o arhitectură, structură completă, stabilă, cu o activitate biologică în întregime refăcută şi activă, în care biodiversitatea diferitelor specii este echilibrată, iar funcționalitatea completă, şi în care efectul plantei premergătoare este luat în considerare.

Pentru alcătuirea modelului se va ține cont şi de alte restricții decât cele prezentate mai sus, cum ar fi, de exemplu, piața produselor sau eficacitatea managementului.

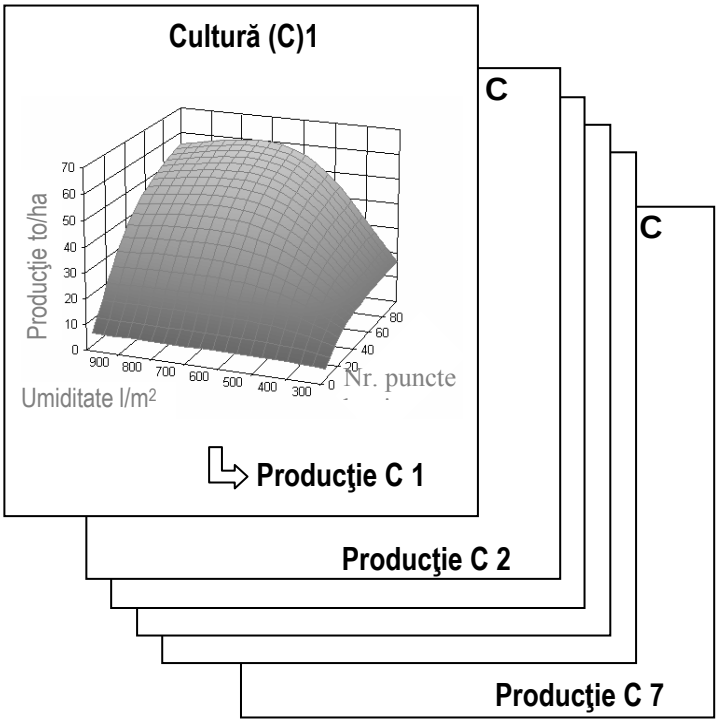
În ceea ce priveşte variabila „y” ea necesită o corectură de maniera

$$\mathbf{y = P_p + A_f}$$

în care:

P_p = precipitații anuale

A_f = aport freatic, acolo unde avem



- Modelarea a şapte culturi consecutive
- Luarea în considerare a plantei premergătoare
- Rezultatele modelării asolamentului :
  - nivelul recolte i plantei de cultură (cu

Figura 99. **Modelarea producţiei cu sistemul „bym”** (biomass yield model)

Exemplu practic: Algoritmul modelării producției a patru culturi dintr-un asolament de patru ani al SC AGROFARM Alexandria.

a) Baza de date

→ suprafață totală: 1700 ha

→ structura culturilor:
- rapiță 600 ha
- mazăre 200 ha
- grâu 700 ha
- orz 200 ha

Ținând cont de calitățile plantelor premergătoare s-a recurs la următorul asolament de patru ani:

-	grâu după mazăre	= 200 ha
-	grâu după orz	= 100 ha
-	grâu după rapiţă	= 400 ha
-	orz după grâu	= 100 ha
-	mazăre după grâu	= 200 ha
-	rapiţă după grâu	= 400 ha
-	rapiţă după orz	= 100 ha

Aceste premergătoare s-au păstrat în fiecare an. Cerealele păioase ocupă în asolament 900 ha (700 ha grâu + 200 ha orz) – 53%; rapiță 600 ha – 35%, fiind o excelentă plantă premergătoare pentru grâu, iar mazărea 200 ha = 12%.

Mazărea este considerată ca plantă amelioratoare şi pe o scară de la 1 la 5 primeşte trei puncte pentru ecologizarea solului. Există piață de desfacere şi de aceea se intenționează creşterea suprafeței mazării până la 20%. Calitatea plantei premergătoare este prinsă în indicele de ecologizare al solului I_E prezentat mai sus.

Menționăm că în anul 2004 solul întreprinderii a avut un $I_E = 2,5$, din care 0,7 pct. proveneau din indicele de bonitare. În decurs de 5 ani s-a săltat I_E la 3,5 – 4,5, existând însă şi parcele în care $I_E = 2,5$, preluate recent de la micii producători prin arendare. Dacă se porneşte deja de la un I_E mediu de 3,5, atunci plantele premergătoare aduc următoarele corelări:

-	grâu după rapiță	+ 0,5 pct.	$I_E = 4,0$
-	grâu după orz	0 pct.	$I_E = 3,5$
-	rapiță după grâu	+ 0,5 pct.	$I_E = 4,0$
-	rapiță după orz	+ 0,75 pct.	$I_E = 4,25$
-	orz după grâu	- 0,25 pct.	$I_E = 3,25$
-	grâu după mazăre	+ 1,5 pct.	$I_E = 5$
-	mazăre după grâu	- 1,0 pct.	$I_E = 4,5$

Despre măsurile luate în plan ştiințific şi tehnologic pentru ecologizarea unor soluri foarte defectuoase din acest punct de vedere se va vorbi la capitolul „Solul în agricultura transformată”.

Următorul pas al algoritmului este acela al înlocuirii din modelarea „bym” a numărului de puncte bonitare cu indicele ecologic care reflectă mult mai corect relația între plante şi sol (x). Celălalt factor, precipitațiile, a fost menținut.

În continuare se foloseşte un program de analiză factorială în 3D care permite obținerea modelului de producție pornind de la înregistrările nivelului recoltelor din 1998 şi până în 2009. Rezultă patru modele. Prin folosirea integralelor $\boxed{y = \int_{x1}^{x3}\int_{x1}^{x4} f(ny).dny)}$ putem afla intervalul de variație al recoltelor la indici diferiți de ecologizare pentru precipitațiile medii ca şi pentru abaterile în plus sau în minus de la medie.

Prin suprapunerea celor patru modele ale fiecărei plante din asolament obținem modelul general de manifestare şi eficacitate a asolamentului care

reprezintă activitatea economică a părții vegetale a fermei. Modelul scoate în evidență nu numai plusurile, dar mai ales minusurile ce se cer cercetate în gestionarea asolamentului şi a activităților colaterale legate de el.

Studiu de caz: Pornim de la algoritmul mai sus prezentat, luăm în seamă cercetările din firma Agrovet, dar şi observațiile efectuate în ultimii 20 de ani în punctele de observație de la Modelu, județul Călăraşi şi diferite zone din Constanța. Ținând seama deci de algoritmul de formare a I_E (acesta fiind măsurat indirect şi cu ajutorul unui penetrometru) (I_E = 1-5) şi de cantitatea de precipitații căzută în zonă în această perioadă prin măsurarea fie şi orientativă a producției, s-au putut alcătui şiruri de date statistice combinate de sute de valori, din care s-au selectat pentru fiecare 42, ce au servit la calcularea şi reprezentarea grafică a modelului de formare a producției pentru fiecare cultură.

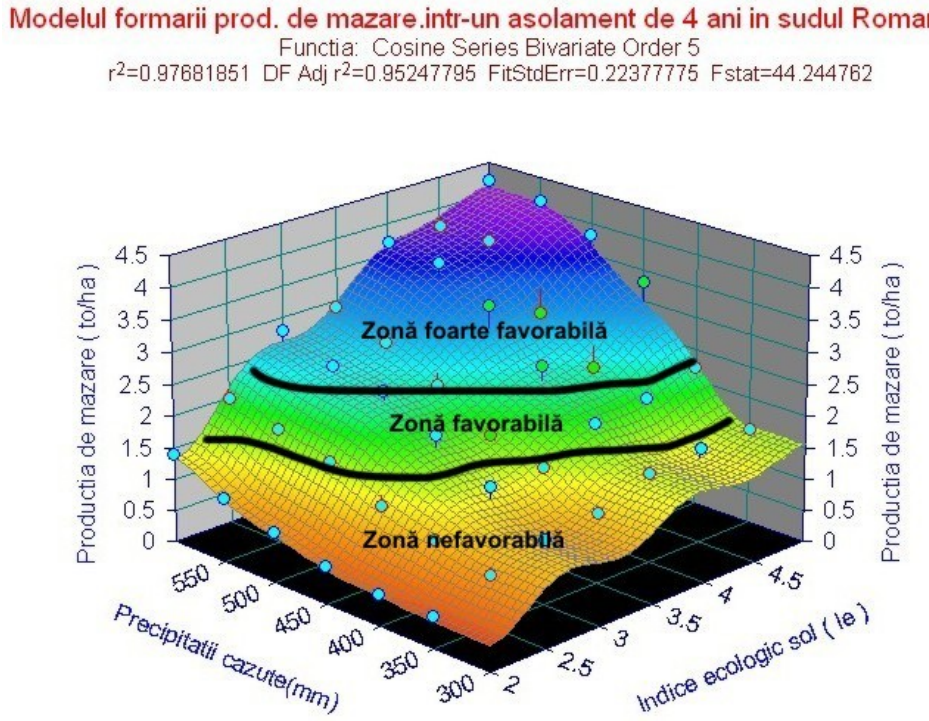


Figura 100. **Modelul formării producţiei de mazăre într-un asolament de 4 ani în sudul României (B1)**

S-au alcătuit utilizând programe pe calculator tip *table curve* 2D şi 3D, modele tridimensionale, care apoi suprapuse au condus la modelul complex din figura 104. Pentru cei care au această lucrare în formă electronică, prin apăsare

pe cifra 2 pot uşor trece de la un model la altul. Cele patru modele ale complexului le numerotăm în lucru cu B1 (mazăre), B2 (grâu), B3 (orz) şi B4 (rapiță).

Analiza modelului mazăre din figura 100 (B1) ne arată trei zone diferite de formare a producției. Zona I sau zona nefavorabilă se situează în partea de jos a graficului şi scoate în evidență faptul că mazărea este o cultură dificilă la o stare ecologică precară a solului. În cazul unei stări ecologice precare a solului, indicele 2-2,5, mazărea poate obține recolte acoperite economic numai la precipitații de peste 500 mm şi $I_E > 2,5$. La $I_E \leq 2$ cultura de mazăre nu reuşeşte. În asemenea condiții ea nu formează nodozități, nu poate contribui la ameliorarea solului, iar producțiile se situează între 500 şi 1000 kg/ha. Cantitatea de azot fixată este sub 20 kg/ha. În zona mediană a figurii există o zonă favorabilă culturii generată de I_E 3 şi 3,5, şi precipitații de la 400 mm în sus, în care producția se plasează între 1,5 şi 2,5 t/ha, devenind rentabilă ca valoare ce revine la hectar, ca şi prin cele 80-90 kg/ha azot fixat, a cărui valoare nu a fost prinsă în modelul valoric ce va fi prezentat în paginile următoare.

În sudul României condițiile de creştere, dezvoltare şi producție a mazării devin foarte favorabile dacă $I_E > 4$, iar precipitațiile anuale se plasează cel puțin la nivelul mediu (450 mm). În acest caz se pot obține producții de 2,5-4,2 t/ha, la soiurile cercetate, la care se adaugă în sol până la 130-150 kg azot, transformând această cultură într-una extrem de valoroasă, economic şi ecologic, plus ameliorator.

Modelul formării producției de grâu în asolamentul prezentat mai sus este redat în figura 101 (B2). Dacă analizăm modelul prin comparație cu cel al mazării, constatăm că zona din desen nefavorabilă culturii este mai mică, cea favorabilă şi foarte favorabilă domină suprafața graficului. Dacă luăm ca limită a rentabilității, dovedită prin majoritatea tehnologiilor moderne, a se situa la 4 t/ha, atunci constatăm că el, grâul, are nevoie de cel puțin nota ecologică 3 şi precipitații începând cu 450 mm (media) pentru a obține satisfacția economicului.

Numai pe soluri foarte ecologizate, în care apa pluvială se conservă foarte bine putem avea satisfacția obținerii minimului de 4 t/ha şi cu 400 mm precipitații anuale. Dacă precipitațiile cresc pe aceste soluri până la 600 mm anual producția poate depăşi 7,2 t/ha.

Orzul se încadrează, în funcție de starea ecologică a solului şi de regimul de precipitații într-un model al formării producțiilor, asemănător cu cel al grâului. Zona ecologică nefavorabilă este mai mică decât a grâului din cauza precipitațiilor şi a necesarului mai mic pentru apă. Pe intervalul de evoluție al I_E = 2-2,5-2,8, producția se situează sub 4 t/ha, indiferent de regimul de

precipitații, demonstrând că orzul este pretențios față de sol, şi în niciun caz nu poate fi cultivat pe soluri tasate fără un bun raport apă/aer. În aceeaşi măsură el este o cultură mai bună premergătoare mai ales pentru rapiță, dar şi pentru culturile intermediare sau cele de primăvară.

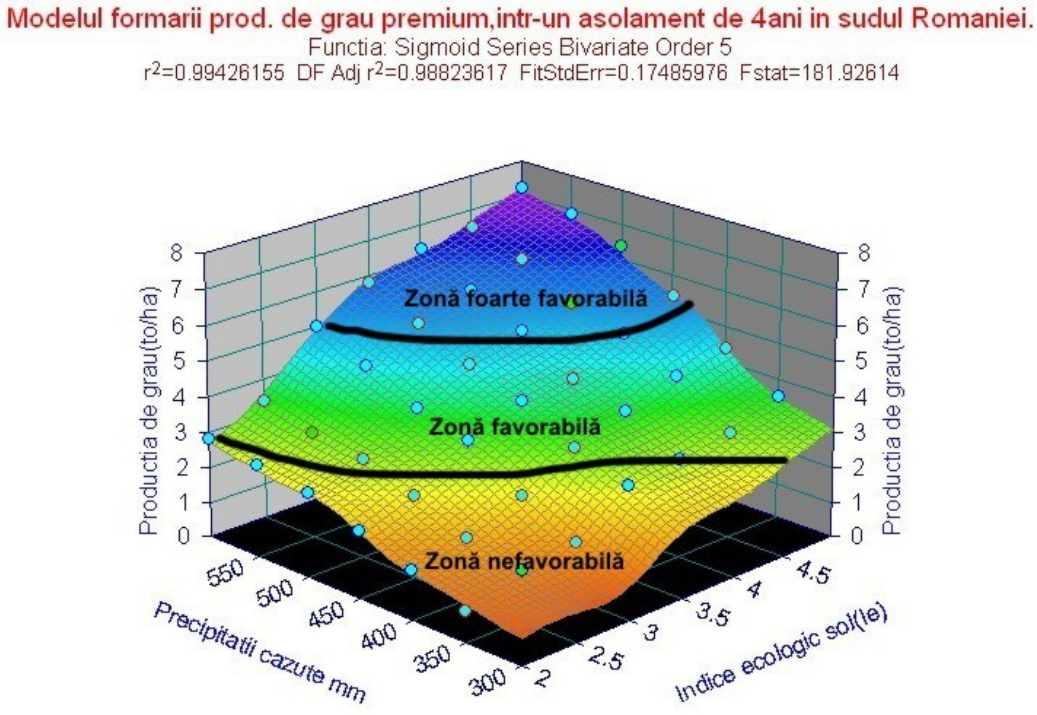


Figura 101. **Modelul formării producţiei de grâu Premium într-un asolament de 4 ani în sudul României (B2)**

La un indice de ecologizare $I_E \geq 3{,}5$ orzul devine eficient economic la precipitații medii şi devine foarte eficient la precipitații peste 500 mm (vezi figura 102 B3). Altminteri, zona foarte favorabil plasată în suprafața graficului este cu 30% mai extinsă decât cea a grâului.

Din cauza prețurilor reduse, cauzate de lipsa de animale în România, cultura orzului are puține şanse de a fi extinsă, în ciuda valorilor sale culturale şi ecologice foarte bune. Creşterea prețurilor din anul 2010 şi menținerea lor în 2011 a schimbat total această viziune.

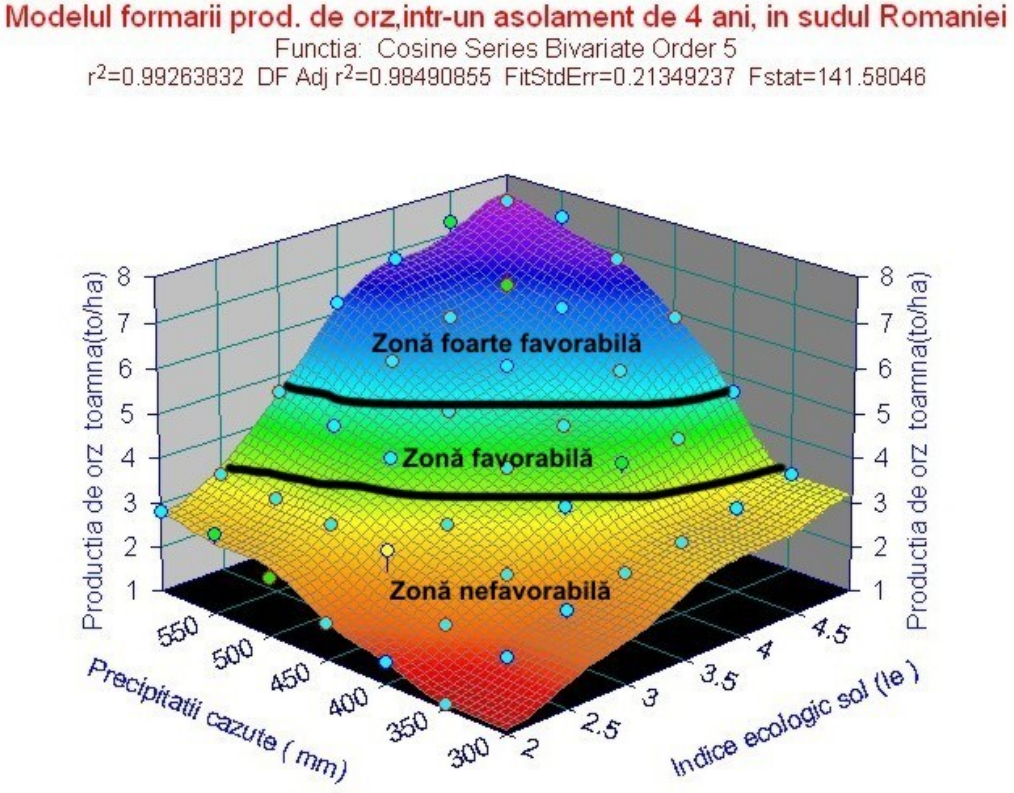


Figura 102. **Modelul formării producţiei de orz, într-un asolament de 4 ani în sudul României (B3)**

Rapiţa cultivată după grâu găseşte condiţii bune de vegetaţie care-i permite să ocupe o arie favorabilă şi foarte favorabilă. Suportă greu solurile neecologizate până la un $I_E = 3$ şi o cantitate de precipitaţii anuale de 450 mm, după care reacţionează extrem de favorabil, atât la îmbunătăţirea stării ecologice a solului cât şi la regimul de precipitaţii. Producţiile maxime se obţin pe soluri foarte bune şi cu un regim de precipitaţii de peste 500 mm. Cu toate acestea, rapiţa nu atinge nivelul de producţie din vestul Europei. Limitarea vine atât de la sol, dar mai ales de la climă (precipitaţii şi temperaturi). Intervalul de variaţie al producţiei de rapiţă în condiţii normale de tehnologie a variat în funcţie de cei doi parametri de la 0,9 t/ha la $I_E = 2$, $P_p = 300$ până la 3,8 t/ha la $I_E = 5$ şi 600 mm precipitaţii (figura 103 B4).

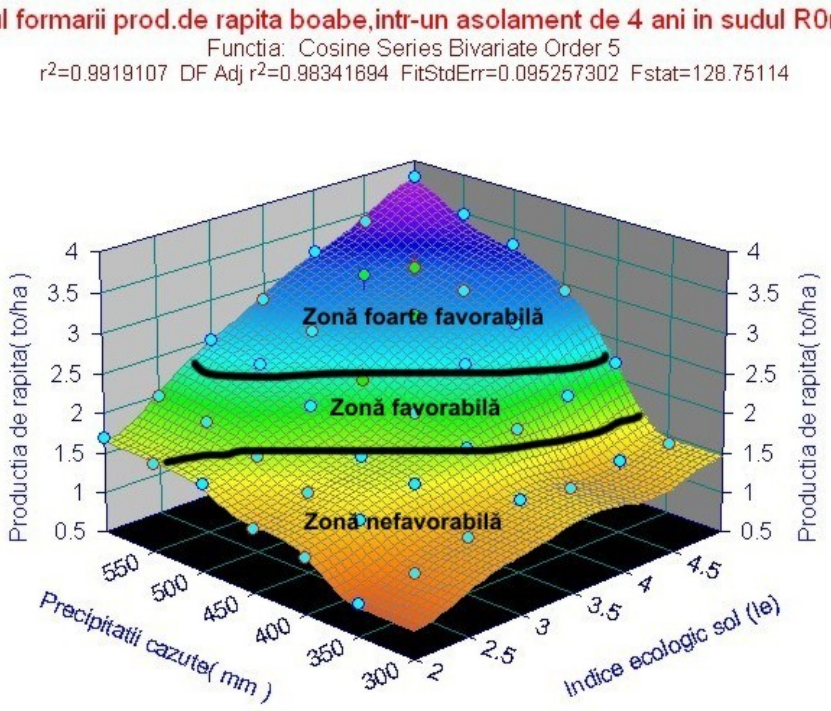


Figura 103. **Modelul formării producţiei de rapiţă boabe într-un asolament de 4 ani în sudul României (B4)**

4.1. DE LA MODELUL TEHNICO-ECOLOGIC LA MODELUL ECONOMIC

Ansamblul celor patru modele care alcătuiesc complexul modulic de stare ecologică a solului (IE) x cantitatea de precipitații ne pune la dispoziție datele necesare deciziei hotărâtoare pentru majoritatea solurilor din România, şi anume aceea a îmbunătățirii stării ecologice până vom ajunge să valorificăm foarte eficient apa, căldura şi aerul, ultimul inclusiv sub formă de azot fixat liber, fie asociativ (grâu, orz), fie simbiotic (mazăre). Din acest punct de vedere, rapița apare „ecologic" ca o mare profitoare în raport cu grâul, şi mai ales mazărea. Agricultorii din spațiul european, fermierii americani şi din restul lumii învață repede necesitatea substituirii inputurilor convenționale cu cele naturale. Vom destina un spațiu larg acestui aspect în capitolul despre sol şi metodele de ecologizare a lui. În capitolul mare şi important care se referă la asolament, judecarea efectului economic al culturilor se poate face obiectiv

numai pentru întreaga perioadă de manifestare a asolamentului pentru că numai astfel putem capta efectul favorabil sau nefavorabil pe care ele îl aduc modelului de ansamblu. Să nu uităm că în afară de factorii tehnici pe care îi putem stăpâni, de cei ecologici pe care cu mare greutate încercăm să-i optimizăm, există încă factori legați de modificările climatice, uneori surprinzătoare, pe care nu-i putem prinde în modele statistic asigurate, ci doar să schițăm eventuale direcții.

În elaborarea modelului producțiilor valorice (figura 104 B5) pentru întregul asolament nu am ținut cont decât de prețuri, şi ele uneori extrem de volatile. Din această cauză ne-am limitat la prețurile stricte ale anului 2009, şi anume:

- 130 euro/t pentru grâul Premium, minimum 14% proteină
- 230 euro/t pentru mazăre, cu desfacere asigurată mai ales pe prețurile externe
- 95 euro/t pentru orz, preț care descurajează semnificativ menținerea actualelor suprafețe,
- 270 euro/t pentru rapiță, un preț convenabil, dar nesigur.

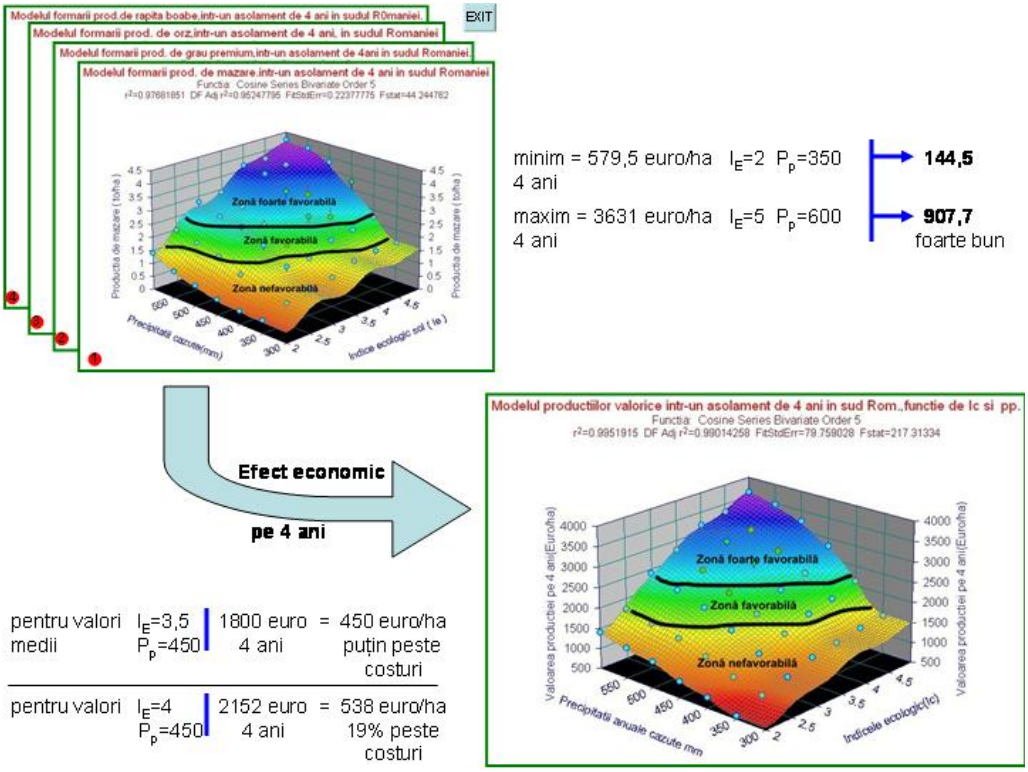


Figura 104. **Modelul general, tehnico-ecologic şi economic al asolamentului proiectat (B5)**

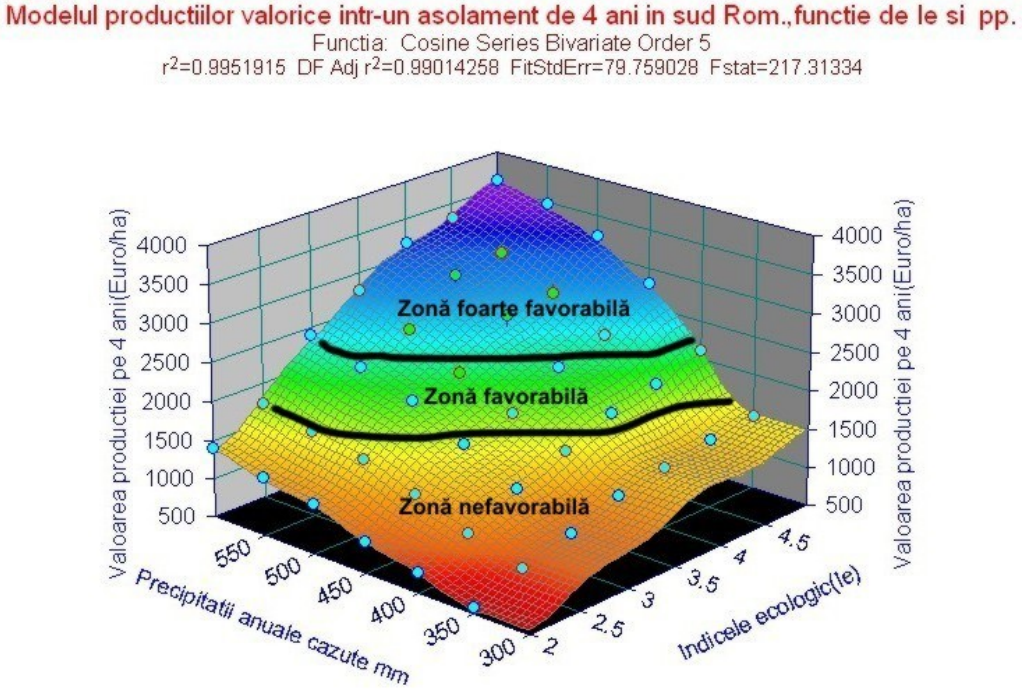


Figura 105. **Modelul producţiilor valorice într-un asolament de 4 ani în sudul României, în funcţie de I_E şi Pp (B6)**

Modelul valoric

Pentru valori medii $I_E = 3,5$ 1800 euro = 450 euro/an
Pp = 450 4 ani puţin peste costuri
Pentru valori ridicate $I_E = 4$ 2152 euro = 538 euro/an
Pp = 450 4 ani 19% peste costuri

Este evident din figura 105 (B6) că modelul valorii producţiilor pe ansamblu asolament se trage din cele al culturilor, ponderate prin înmulțire cu prețurile lor exprimate în euro. Avem două soluții pentru a compara diferite modele de producție, şi anume: a) prețul şi b) energie (valoare energetică). Am luat în considerare prima soluție, pentru că cititorul nostru agricultor este pe bună dreptate îndreptățit să facă comparații şi eventual cunoscându-şi costurile să poată evalua eficiența modelului. Urmărind acum ce se întâmplă în modelul B5, constatăm următoarele:

a) Zona nefavorabilă pentru ansamblul asolamentului, descrisă de interacțiunea indicelui ecologic cu cantitatea de precipitații căzute ocupă în România aproape 50% din spațiu. Media producțiilor obținute în asolament

variază între 579,5 euro/ha/4 ani = 144,9 euro/ha/an pe solurile degradate şi cu deficit de umiditate, şi urcă până la 3631 euro/ha/4 ani = 907,7 euro/ha/an, pe soluri foarte bine ecologizate şi cu Pp = 600.

b) În condiţii ecologice bune ale solului (I_E = 3,5), dar cu precipitaţii căzute la nivelul mediei, asolamentul oferă o valoare de 450 euro/an. Or, această valoare se suprapune peste cea a costurilor. Acest lucru este confirmat şi în figurile 104 şi 105, şi anume:

– Oricât de bună ar fi starea ecologică a solului, aceasta nu se manifestă plenipotenţial pe perioade de secetă sau lipsă acută de umiditate. Din această cauză, separat de precipitaţii, indicele ecologic oferă o determinaţie mică de 52%, practic nesemnificativă. O stare ecologică bună conservă apa şi asigură recoltele numai dacă apa a ajuns în sol din precipitaţii sau alte surse. Altminteri, în primul rând activitatea biologică a solului, biodiversitatea lui şi mai ales fixarea azotului nu mai funcţionează.

– Oricât de mari sunt ploile care cad, dacă găsesc un sol ecologic tasat, nepermeabil, inactiv biologic, ele provoacă în cel mai rău caz eroziuni şi inundaţii, fenomene foarte frecvente în ultimii ani în România, dar în niciun caz nu vor contribui la refacerea fluxurilor pe profil şi la aprovizionarea culturilor cu apă şi elemente nutritive (figura 105). Efectul precipitaţiilor pe soluri neecologizate este chiar mai mic decât al unei bune stări ecologice pe soluri, cu deficit de umiditate.

Este foarte probabil ca mulţi, sau o parte din cititorii noştri să aibă probleme cu citirea unui modul tridimensional. Din această cauză am recurs la transformarea modelului tridimensional 105 într-unul bidimensional tip „NOMOGRAMĂ” (figura 106). Având la dispoziţie programul în computer şi funcţia găsită, cititorii pot afla în orice moment şi la valori intermediare ale parametrilor nivelul valorii producţiilor. De exemplu, dacă introducem în modelul din figura B5 (Cosine Series Bivariate Order 5) valorile I_E = 2,89 şi Pp = 445 prezente în ferma noastră, obţinem o producţie valorică de 1517 euro/ha/4 ani, adică 378 euro/ha/an. Realitatea îmi spune de la început că nu pot să-mi acopăr cu aceşti parametri nivelul costurilor plasat, aşa cum spuneam, la 450 euro, şi că trebuie să se facă eforturi suplimentare pentru ecologizare. Dacă introducem limita de 450 euro/an = 1800 euro/4 ani, la 445 mm precipitaţii şi caut valoarea I_E, atunci constat că aceasta este de 3,472.

Voi reuşi deci să ating limita acoperirii costurilor cu combinaţia I_E (sol) = 3,472 şi Pp = 445 mm. Şi numai de aici în sus pun problema rentabilităţii în asolamentul dat. Prin simplificarea din figura 108 pot să aflu nivelul valoric al producţiilor pe şase niveluri de precipitaţii şi şapte niveluri de ecologizare. Valorile intermediare pot să fie doar estimate. Calculele legate de figura 108 arată ceea ce constatam deja anterior, şi anume:

a) Efectul precipitațiilor căzute în sudul României pot influența pe intervalul 350-600 mm cu numai 27% nivelul valoric al producțiilor.

b) Efectul ecologizării pe intervalul I_E = (2 – 5) pot influența doar cu 29% variația producției valorice.

c) Decisiv în creşterea valorii producţiilor este efectul sinergic al celor două componente, care poate influența cu 44% realizarea producției valorice.

d) În biologie, în general, şi în agricultură, în special, decisive în realizarea recoltelor sunt interacţiunile dintre factori şi nicidecum acţiunea lor izolată. Lucrurile devin foarte vizibile la valori extreme ale factorilor studiaţi.

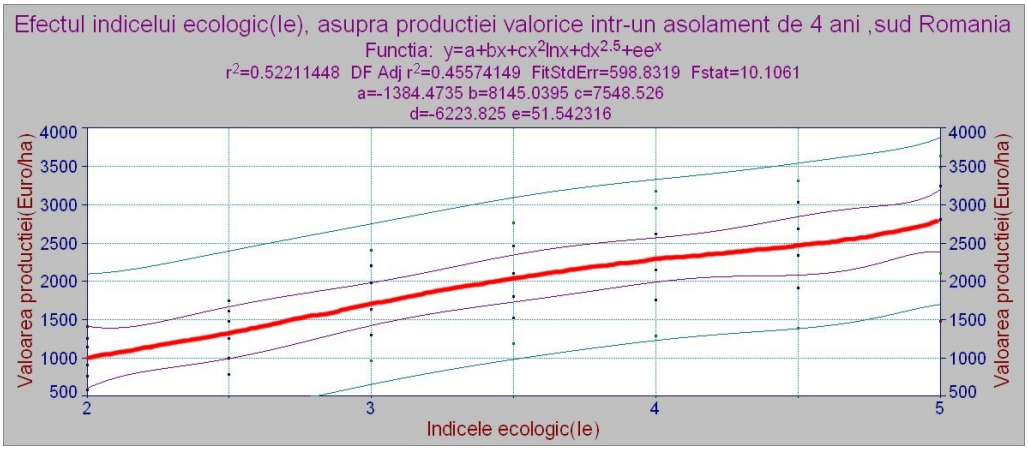


Figura 106. **Efectul indicelui ecologic (IE) asupra producţiei valorice într-un asolament de 4 ani, sud România**

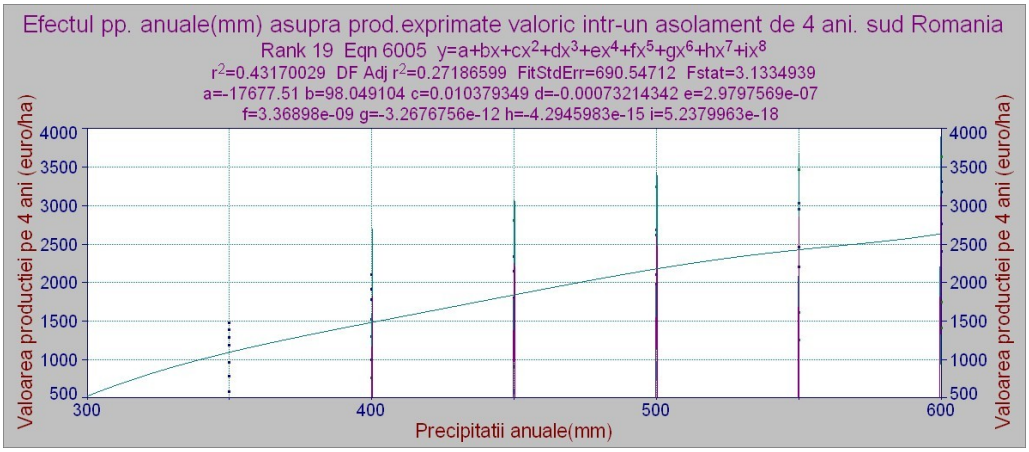


Figura 107. **Efectul precipitaţiilor anuale (mm) asupra producţiei exprimate valoric într-un asolament de 4 ani, sud România**

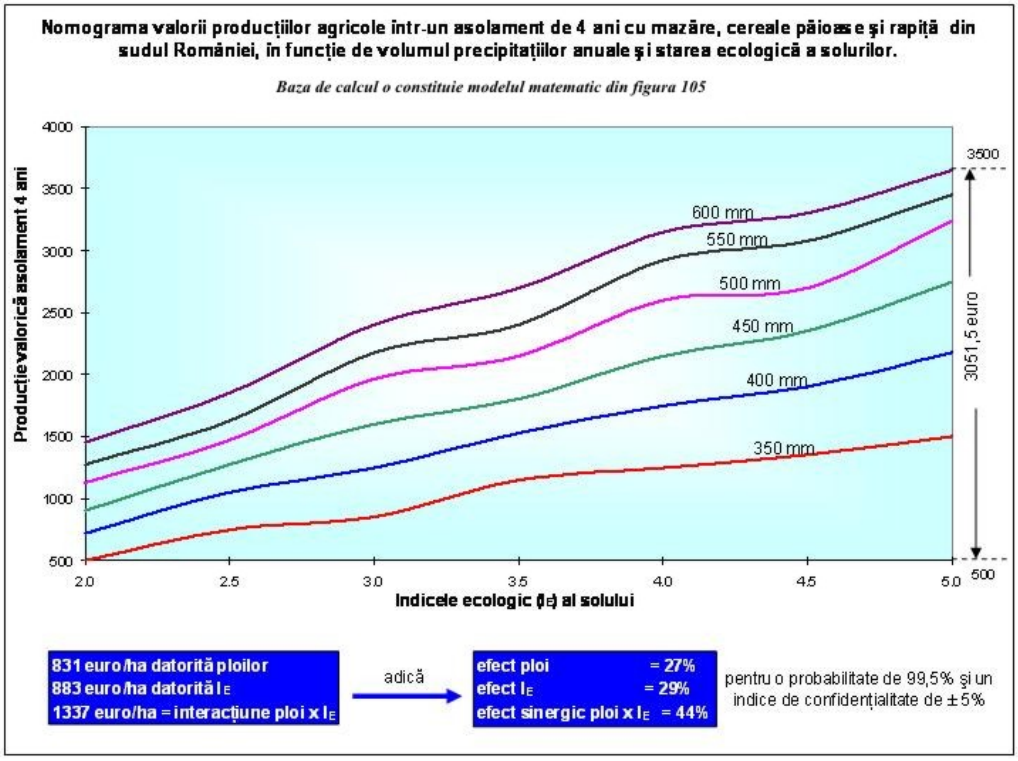


Figura 108. **Nomograma valorii producţiilor agricole (4 ani) într-un asolament de 4 ani cu cereale păioase, rapiţă şi mazăre din sudul României, în funcţie de volumul precipitaţiilor anuale şi starea ecologică a solurilor. Baza de calcul o constituie modelul matematic din figură**

4.2. EXEMPLIFICĂRI ASUPRA MODELELOR

La începutul acestui capitol, în figura 98, arătam că în alegerea culturilor, mai ales într-o economie de piață, este necesar a se ține cont de: a) resursele pe care zona le are pentru o dezvoltare optimă a biomasei, adică a culturilor vizate; b) de condițiile de piață, în sensul că nu se pot cultiva plante şi produce bunuri agricole care nu au căutare pe piață; şi c) chiar dacă primele două condiții sunt îndeplinite va fi necesar a se calcula cu grijă impactul ecologic al acestor culturi asupra viitorului ecosistemelor şi arealelor.

România a fost supusă prin propriile sale politici, sau lipsa de politici, unui înalt grad de entropie, inclusiv decizională, care a condus la soluții anacronice vizavi de luarea deciziilor în acest domeniu.

Aşezarea culturilor în asolament nu s-a realizat după principii ştiinţifice ci mai ales după criteriile preţului, dictate de o piaţă niciodată reglementată, continuu fluidizată de interese oculte, pe care politicienii români nu le-au văzut sau n-au dorit să le vadă. În funcţie exclusiv de cerinţele pieţei au apărut asolamente anormale, în care floarea-soarelui a ajuns până la 30%, la fel rapiţa, iar grâul s-a cultivat în monocultură uneori şi până la 50%. Faptul că zootehnia românească a fost pe nedrept distrusă a condus la dispariţia plantelor furajere şi mai ales a leguminoaselor perene amelioratoare din asolament. Or, cultivarea peste măsură a prăşitoarelor şi cerealelor conduce implicit la degradarea humusului, la creşterea dioxidului de carbon din atmosferă şi la alterarea condiţiilor care modifică clima. Să luăm un exemplu.

Asolamentul actual în sudul ţării fermă 2000 ha	**Parametri privind conţinutul de humus (oxidare)**
- Cereale păioase 30% = 600 ha - Rapiţă 30% = 600 ha - Porumb boabe 20% = 400 ha - Floarea-soarelui 20% = 400 ha Acest asolament a fost foarte practicat în ultimii 2 ani.	Efect – 336 kg/ha humus consumat pe cele 2000 ha neacceptat ecologic nici de UE şi nici de preceptele unei agriculturi moderne. Pierderea de humus total din întreprindere = 2000 x 336 = 672 t. Aceasta echivalează cu 17.000 t gunoi de grajd fermentat 30% pe care este imposibil să-l avem.

Pentru a evita o asemenea catastrofă în întreprinderile noastre propunem un alt tip de asolament, şi anume:

Cereale păioase 30% Leguminoase pentru boabe 20% Culturi intermediare (borceag pentru început după cereale păioase) 20% Furaje amestecuri gramineae 20% Porumb boabe 10%	Un asemenea asolament nu are nevoie de nicio intervenţie pentru că faţă de existent el aduce în sol + 212 kg/ha humus – C, adică echivalentul a 8000 to gunoi de grajd fermentat 30%. Fireşte că o cantitate prea mare de humus de nutriţie poate conduce la mineralizări accentuate. Nu şi aici unde densitatea mare a rădăcinilor furajelor reţine azotul în zona radiculară şi dirijează procesele biologice spre heteropolicondensare şi formare de humus durabil.

Ca să putem însă să ne apropiem de cerinţele pieţei şi în acelaşi timp să nu depreciem şi să nu scădem cantitatea de humus în sol propunem pentru sudul ţării:

Cereale	30%	600 ha	Plus: încorporarea pe 600 ha a 3000 to paie tocate plus încorporarea pe 500 ha a 4000 to coceni tocaţi
Plante uleioase (rapiţă, floarea-soarelui)	25%	500 ha	
Porumb	25%	500 ha	
Leguminoase pentru boabe	20%	400 ha	

Cu aceste ameliorări tehnice bilanțul humusului este uşor pozitiv (+ 58 kg echivalent „C").

Pentru îmbunătățirea calității humusului mai sunt necesare şi aplicații cu bioactivatori ai solului de genul biovinului, un supercompost bogat în microorganisme şi acizi huminici, care blochează mineralizarea şi stimulează transformarea materiei organice în humus durabil. Detalii despre aceste produse vom găsi în capitolul privind fertilitatea solului şi nutriția plantelor.

Pentru cei care doresc să-şi alcătuiască asolamente şi în alte zone ale țării pornind de la necesitățile pieței şi interesele de conservare a solului şi agroecosistemelor, le putem pune la dispoziție programe speciale privind bilanțurile solurilor în humus sau elemente nutritive.

În literatura de specialitate sunt date valori extrem de diferite privind consumul de humus de către diferite culturi. Subliniem că acest consum este diferit în monocultură față de asolament. Pentru spațiul românesc pot fi luate în considerație următoarele consumuri estimate de noi pornind de la investigarea unor programe din Bayern şi Câmpia Panonică (Austria de Est) [www.dlr-eifel.de]

Tabelul 9

Consum humus de către culturile agricole

Cultura	Necesar de humus sau kg/ha humus-C-cedat	Cultura	± humus
Cereale	- 280	Culturi intermediare	
Porumb	- 580	După grâu, printre rânduri	120
Plante uleioase, rapiţă, floarea-soarelui	- 280	Pe mirişte	80
Leguminoase pentru boabe	+ 160	Semănături ascunse	200
Sfeclă	- 760	Pârloage	
Cartof	- 760	Înverzire în toamnă	180
Plante textile	- 280	Înverzire în primăvară	80
Culturi furajere perene (gramineae)	+ 600	Înverziri speciale	700
În anul de semănat	+ 400	Înfiinţare în vară pentru anul viitor	400
În semănături ascunse – ca semănături de vară	+ 200 + 100	Înfiinţare în primăvară în al doilea an	700

Tabelul 10

Ce pot oferi ca humus–C reziduurile de plante

Cultura	Raport boabe/paie	kg humus-e/to
Orz bere, paie	0,7	100
Orz furaj, paie	0,8	100
Paie ovăz	1,1	100
Paie triticale	0,9	100
Paie grâu toamnă	0,8	100
Paie secară	0,9	100
Paie rapiţă, primăvară	1,7	100
Paie rapiţă, toamnă	1,3	100
Coceni de porumb	1,0	100
Paie in, ulei	1,6	100
Frunze sfeclă furajeră	0,4	0,8
Frunze sfeclă de zahăr	0,7	0,8
Tulpini mazăre	1	10
Tulpini floarea-soarelui	2	10

În ceea ce priveşte cantitatea de humus-C adus în sol prin aplicarea îngrăşămintelor organice dispunem de următoarele date:

Tabelul 11

Cantitatea de humus-C adus în sol prin aplicarea de îngrăşăminte organice

Felul îngrăşământului	% s.u.	kg humus pro to
Gülle vită	4	6
	7	9
	10	12
Gülle porc	4	4
	8	8
Gunoi păsări	15	12
	25	22
	35	30
	45	38
Gunoi de grajd proaspăt	20	28
	30	48
Gunoi de grajd fermentat	25	40
	35	65
Noroi de instalaţie purificare ape - fermentat	10	8
	15	12
	25	28
	35	40

Felul îngrăşământului	% s.u.	kg humus pro to
	45	52
Noroi de staţie stabilizat cu calcar	20	16
	25	20
	35	36
	45	46
	55	56
Reziduuri biologice nefermentate	20	30
	40	62
Reziduuri biologice sub formă de composturi proaspete	30	40
	50	60
Reziduuri biologice, compostare definitivă	40	46
	50	56
	60	70
Reziduuri lichide de fermentaţie	4,0	6
	7,0	9
	10,0	12
Reziduuri solide de fermentaţie	25	36
	35	50
Reziduuri de fermentaţie compostate	30	60
	50	100
Compost de coajă (epiderma arborilor)	30	60
	50	100

În spațiul destinat fertilității solului vom prezenta mai multe date şi exerciții despre acest important parametru al durabilității sistemelor agriculturii moderne.

Capitolul 5
SOLUL ÎN AGRICULTURA TRANSFORMATĂ

Acest înveliş foarte subţire de la suprafaţa pământului care susţine tot ce este viu şi neviu pe suprafaţa lui se numeşte sol.

Definiţia este prea simplă şi prea neimportantă aşa cum am prezentat-o mai sus; căci solul, aşa cum am arătat şi în alte lucrări (Berca M., 2008) este, înainte de toate, un organism viu. De modul cum se formează solul şi de principalele lui însuşiri se ocupă pedologia (ştiinţa solului).

Spre deosebire de rocile din care s-a format şi care nu pot întreţine niciun fel de relaţie cu plantele de cultură, cu plantele vii, în general, care populează ecosistemele, solul întreţine cu plantele relaţii speciale de existenţă şi coexistenţă, şi, vizând plantele, acesta este aspectul principal care ne interesează în această lucrare.

Revenind asupra definiţiei lui Schmidt şi Schlescke, citaţi de Berca M., (2008) notăm: Transformarea crustei planetei în sol fertil cu ajutorul căruia plantele şi apoi animalele şi oamenii şi-au creat bazele existenţei se datorează în primul rând activităţii organismelor vii care au contribuit la formarea solului şi care-l populează în permanenţă.

Solul este deci un sistem, un spaţiu de viaţă pentru o multitudine de organisme pe care noi, oamenii, din neglijenţă şi necunoaştere nu le tratăm cu atenţia cuvenită.

Fără a intra în detaliile ştiinţei prezentăm în figura 109 o schemă generală a factorilor şi modului de formare a solului pentru a reîmprospăta cititorului nostru cunoştinţele de care are nevoie în capitolele următoare. Deşi între factorii de formare a solului am introdus şi omul, este bine să se ştie că solul s-a format cu mult înainte de apariţia omului, mai exact el şi-a început formarea o dată cu stabilizarea condiţiilor de viaţă (acum 10 milioane de ani), dar foarte mult după apariţia bacteriilor (acum circa 1,2 miliarde de ani).

5.1. FORMAREA ŞI EVOLUŢIA SOLURILOR

Formarea solurilor, dar mai ales evoluţia lor, durează deci de mii de ani. Influenţele antropice au avut un caracter mai mult negativ decât pozitiv. Oricum, ele au condus fie la accelerarea proceselor de formare a solului, fie, dimpotrivă, la degradarea lui. Acest din urmă aspect afectează astăzi peste 70% din cele circa 5 miliarde hectare ale pământului ocupate cu suprafeţele agricole.

Se observă din figura 109 că formarea în sine a solului este o funcție de un determinant format din două ecuații, şi anume:

Formarea solului	f [climă, geologie, relief, balanța apei, vegetație, dinamica rocilor, oameni şi animale]
	$f[(T) \rightarrow T_n \rightarrow T_m]$

în care:

T = timpul
f(T) = funcții de timp.

Indiferent de factorii principali de formare, solul nu se formează instantaneu ci necesită o perioadă de timp de dimensiuni mari (de ordinul miilor sau zecilor de mii de ani, în relație de intensitatea de manifestare a factorilor de bază).

Şi dacă formarea solului a avut loc, maturizarea lui până la formarea tipului de sol caracteristic factorilor de influență este de data aceasta a unui determinant alcătuit, de asemenea, din două funcții, şi anume:

Dezvoltarea solului || Tip de sol	Ts = f (procesele de formare) cel puțin 3 la număr
	$Ts = f(T) \rightarrow T_n \rightarrow T_m]$

În care: f(T) = funcții de timp

În ultimă instanță apar solurile pe care le cunoaştem azi, fiecare **având o personalitate a lui.** Diversitatea solurilor este la fel de mare ca biodiversitatea vegetală sau chiar umană.

Caracteristicile principale ale soluri şi anume textura, culoarea, structura, chimia şi biochimia variază atât de mult în intercondiționalitatea lor (figura 110) încât, dacă am dori, nu putem găsi două profile identice, chiar şi pe spații foarte mici. De aceea operăm ca în statistică cu „intervale de încredere" tip bandă pentru fiecare caracter în parte.

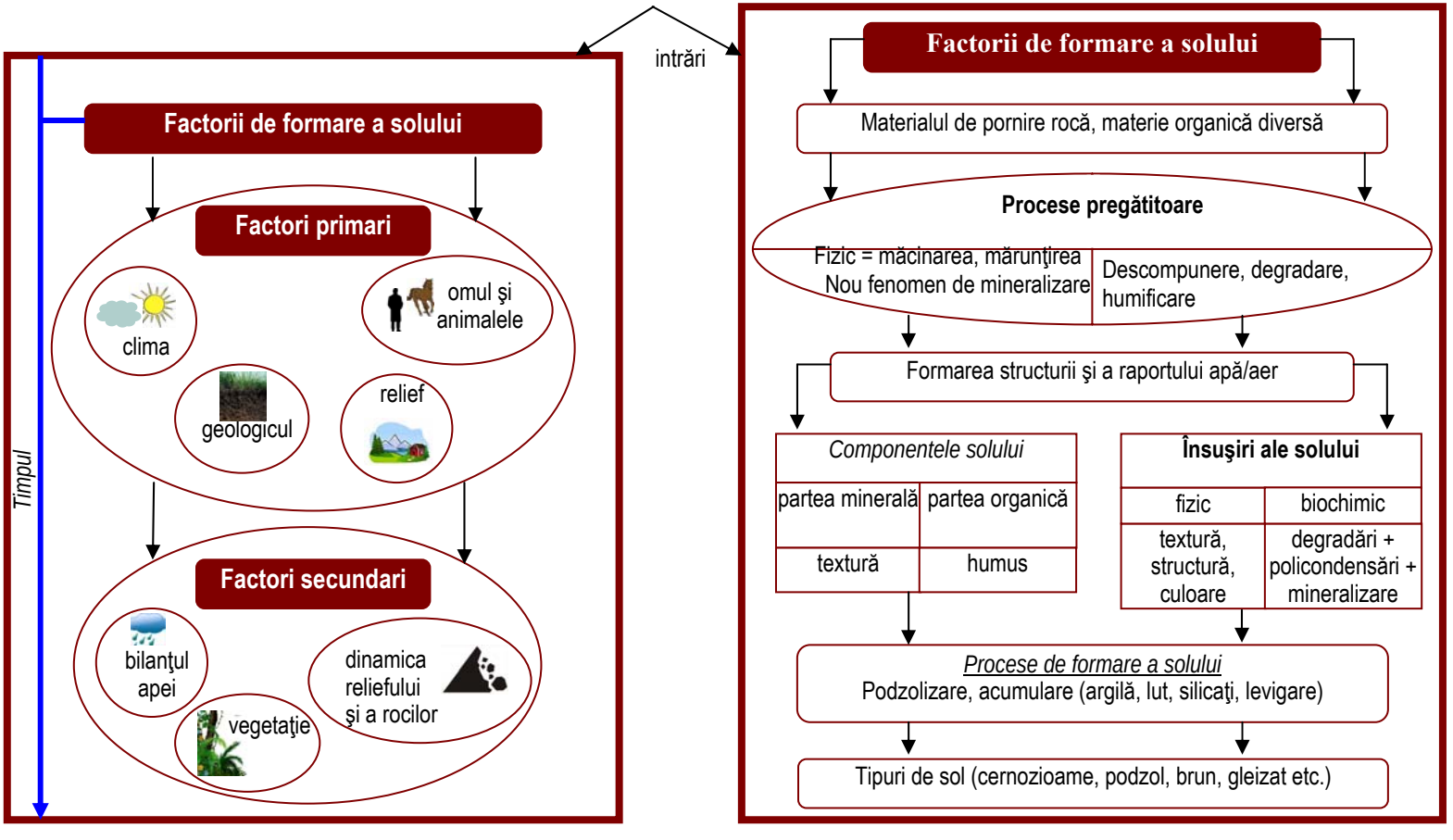


Figura 109. **Privire de ansamblu asupra factorilor de formare a solului şi dezvoltare a acestuia**
(**Sursa:** prelucrare după mai mulţi autori şi contribuţie personală)

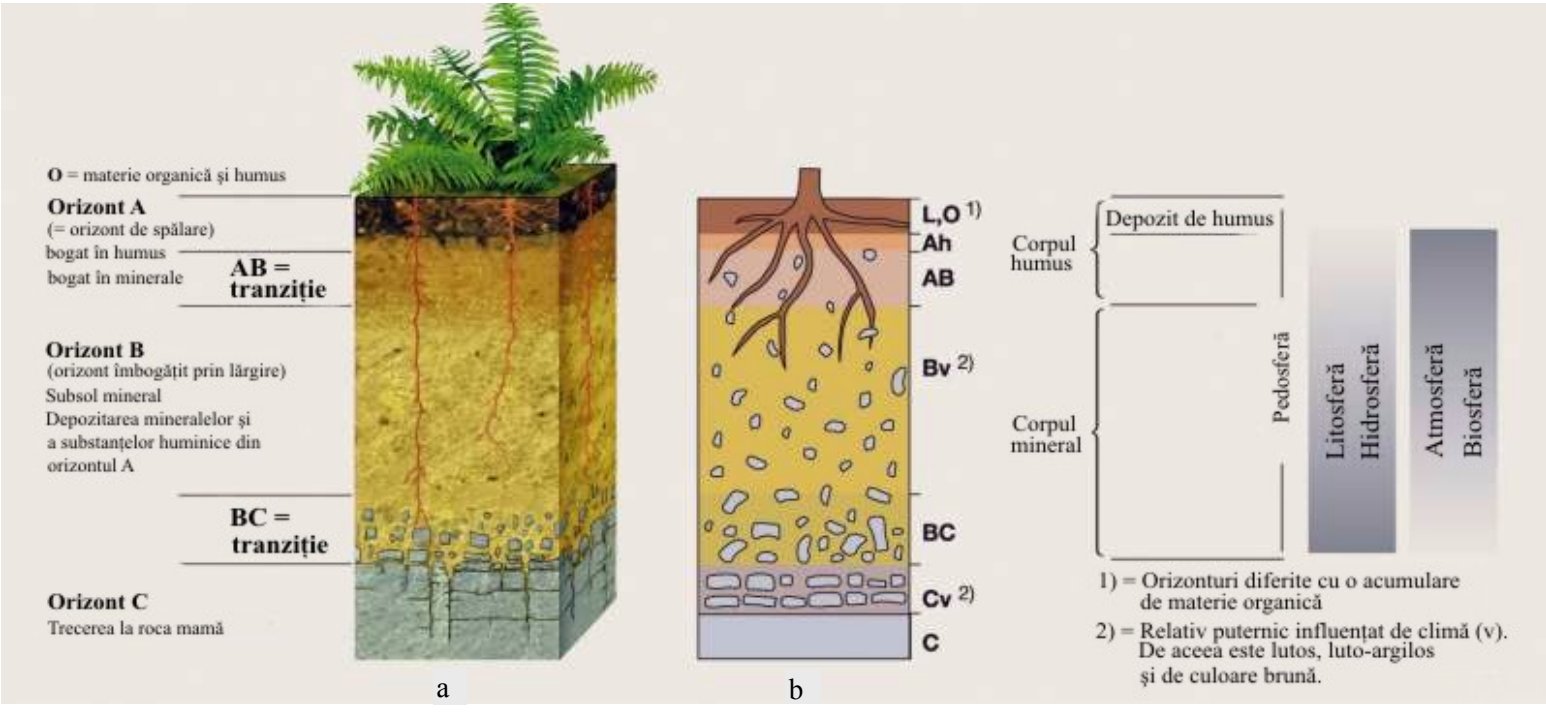


Figura 110. **Sol. Variabilitatea profilelor de sol:** a) complet; b) în formare

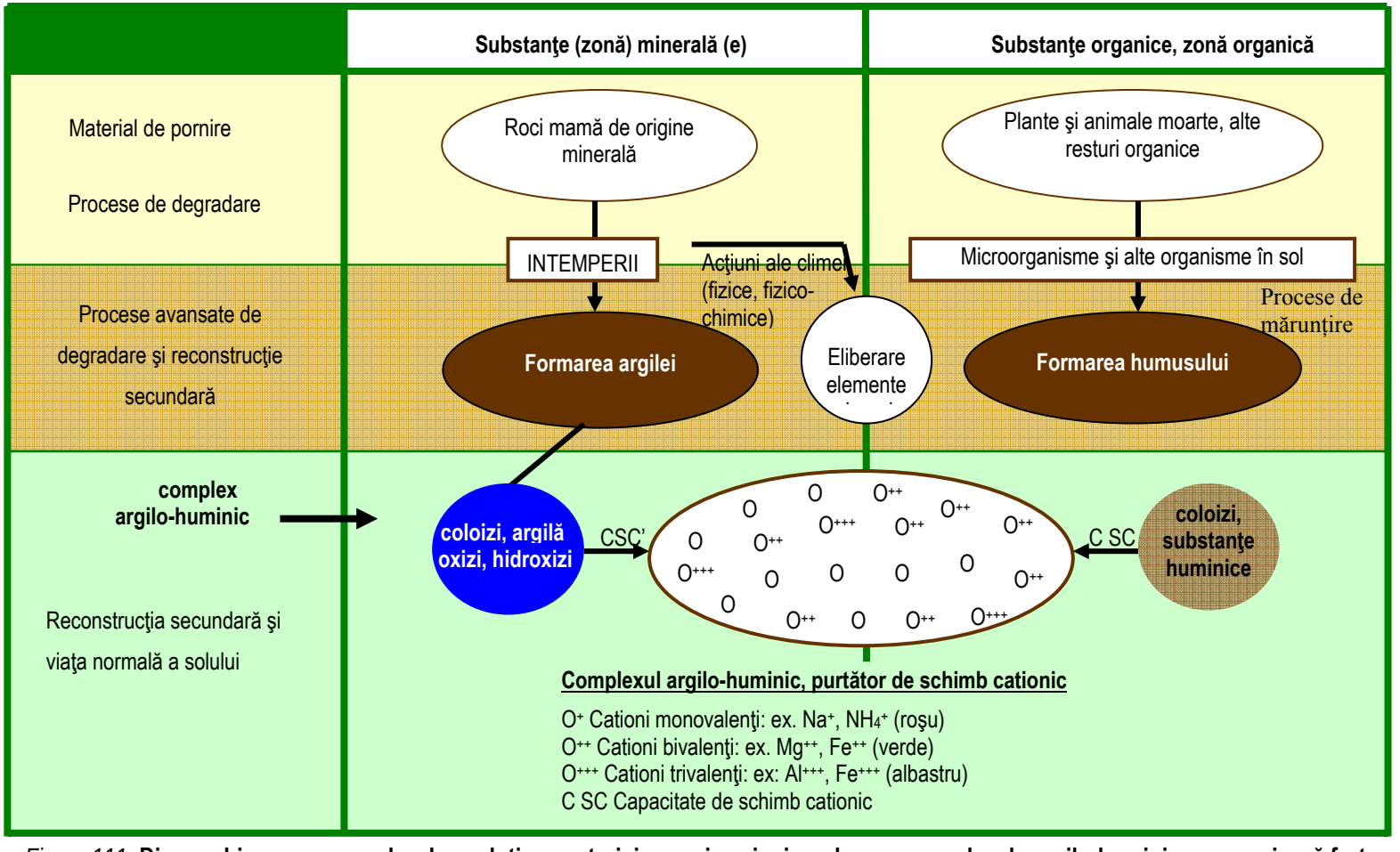


Figura 111. **Din combinarea proceselor de evoluţie a materiei organice şi minerale apar complexele argilo-huminice care asigură forţa vitală a solurilor**

Dacă din punct de vedere morfologic şi al activităţii biochimice solurile sunt atât de diferite, din punct de vedere conceptual al modului de formare au totuşi ceva comun (vezi figura 111), şi anume:

➢ Toate solurile au două sisteme de pornire şi formare:

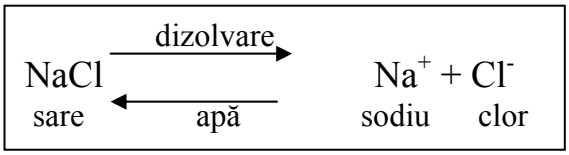
1. O bază minerală, formată din rocile mamă de pornire şi în care, pentru a contribui la construcţia solului, mineralele se supun numeroaselor procese cauzate de intemperii (pot fi denumite şi factori de stres); intemperiile pot fi:

- *Intemperii fizice:*
  - acţiunea temperaturii şi a căldurii
  - acţiuni determinate de insolaţie
  - acţiuni determinate de ger
  - degradări generate de săruri
  - degradări generate de presiuni interne în sol
  - degradări generate de presiunea rădăcinilor plantelor
- *Intemperii fizico-chimice:*
  - dizolvarea
  - oxidarea
  - hidroliza

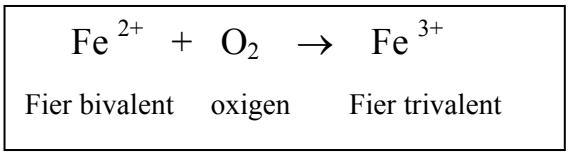
2. O bază organică, pe care o prezentăm în capitolul *Humus*.

➢ O sinteză a modului cum acţionează factorii climatici se găseşte în figura 112.

Regolitul format fizic şi fizico-chimic este extrem de divers în funcţie de mineralele care au participat la procesarea în sine. De exemplu, mineralele care conţin sau se dizolvă în ionul de sodiu şi el.



Prin oxidare, din fierul bivalent se formează cel trivalent.



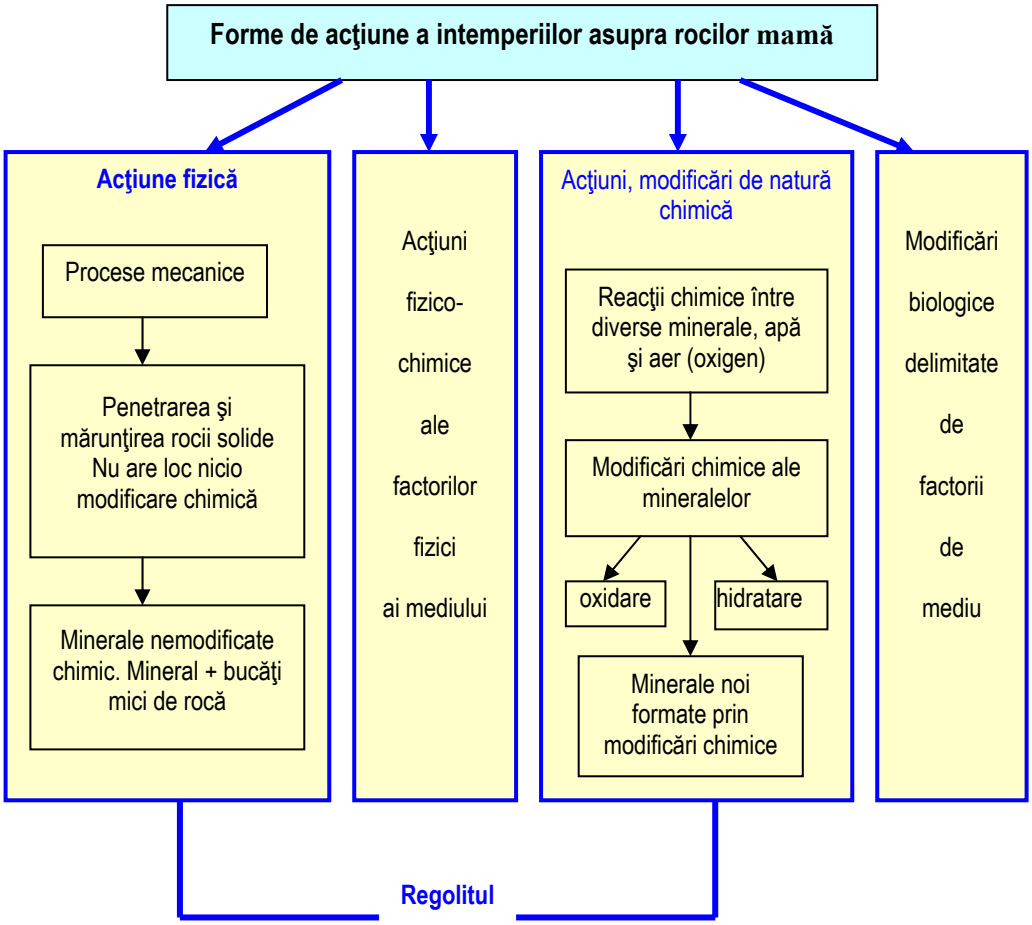


Figura 112. **Rezultatul acţiunilor fizice şi fizico-chimice asupra mineralelor este un amestec de material fin până la nivel textural fin + grosier (nemodificat chimic) cu material modificat fizic prin diverse reacţii chimice, oxidări, hidrolizări**
(Prelucrare după autori diverşi)

Prin hidroliză, feldspaţii potasici pot fi degradaţi până la hidroxid de potasiu după reacţia:

$2KAlSi_3O_8$	+	$2H^+ + OH^- \rightarrow$	$2HALSi_3O_8$	+	$2KOH$	
Feldspat de potasiu		apă disociată	Acid aluminosilicic		Hidroxid de potasiu	

Hidroxidul de potasiu este solubil şi ionul OH^- monovalent poate fi înlocuit uşor cu $CO3^{--}$ bivalent, formând carbonat de potasiu stabil, după reacţia:

$2KOH$	+	H_2CO_3	→	K_2CO_3	+	$2H_2O$
Hidroxid de potasiu		acid carbonic		carbonat de potasiu		apă

Reacția în sine este una de carbonatare.

Coloizii care formează masa minerală cu suprafață mare şi legături libere multiple pentru a accede în complexul argilo-humic se formează tot prin hidratare, pornind de la acizi aluminosalicici conform reacției:

$2HAlSi_3O_8$	+ $9H2O$	→	$HAlSi_3O_8\,(OH)_4$	+	$4H_4SiO_4$	
Acid alumino-silicic	apă		caolin		acid ortosilicic	

Deoarece acidul ortosilicic este solubil (2/3 din totalul reacției), el este preluat şi dus de apă, în timp ce caolinul dispersic se unește în caz de nevoie cu substanțele huminice şi formează complexele argilo-huminice, atât de importante pentru fenomenele de conservare a apei în sol şi de reglare a mecanismelor de formare a structurii, a raportului apă-aer şi a conservării circuitului elementelor nutritive. Despre modul de formare al humusului şi conexiunea lui cu nutriția plantelor se va vorbi într-un alt capitol.

5.2. COMPONENTELE SOLULUI

Am afirmat că solul este un organism viu, dar că are şi partea sa neorganică. În cazul solului putem vorbi de:

- scheletul solului
- apa solului
- aerul solului
- materia organică a solului, vie şi nevie.

5.2.1. Scheletul sau textura solului

Prin schelet înțelegem cantitatea totală de materie minerală rezultată din forma şi modul de acțiune a intemperiilor, a factorilor abiotici de climă asupra materialului primar de degradare, respectiv de formare a solului.

Textura solului este alcătuită din materiale de diferite măsuri, care în funcție de procentul de participare la formarea solului, a pedonului pot imprima acestuia dimensiuni diferite ale funcțiilor sale.

Banda de dimensiune a texturii solului (Berca M., 2008) cuprinde particule de la sub 0,002 mm până la peste 200 mm (figura 113) şi pornind de la roca mamă în stânga figurii evaluează prin pietriş nisip (loes sau mâl până la argilă şi formele ei foarte fine, coloizii). În detaliu descrierea materialelor din care este alcătuită textura este prezentată în tabelul 12.

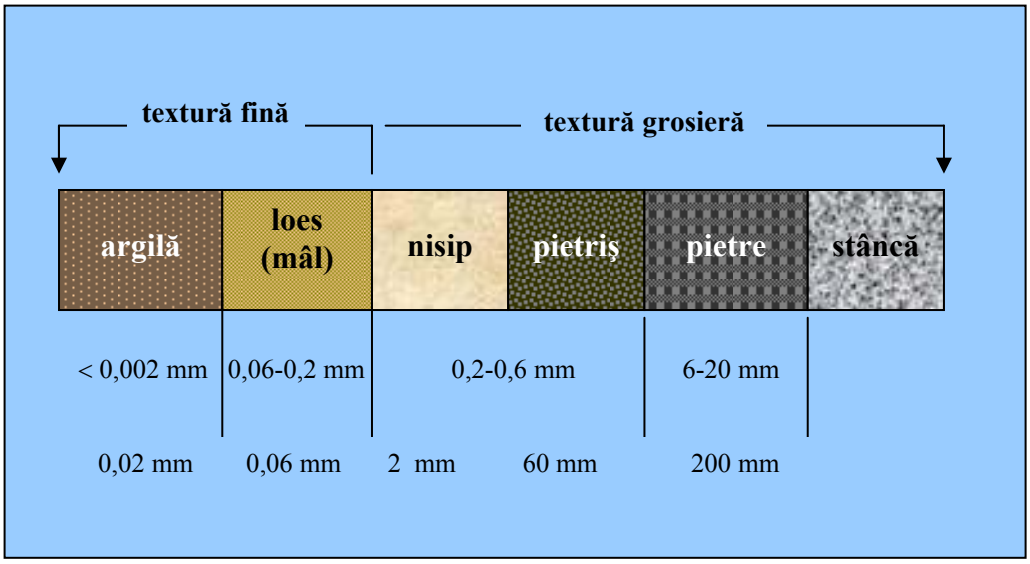


Figura 113. **Reprezentare schematică a texturii solului** (original)

Tabelul 12

Repartiția texturii solului pe dimensiunile elementelor componente
(H. Pallmont, 1938 citat de Berca M., 2008)

Domeniul texturat	Descrierea texturii		Mărimea diametrului granulometric
	subiect	atribut	
Domeniu granulometrie grobă (mare) diametru < 0,06 mm	bloc stâncă		200 mm
	pietre		60 – 200 mm
	pietriş	mare	20 – 60 mm
		mijlociu	6 – 20 mm
		fin	2 – 6 mm
	nisip	mare	0,6 – 2,0 mm
		mijlociu	0,2 – 0,6 mm
		fin	0,06 – 0,2 mm
Domeniu granulometrie fină diametru < 0,06 mm	loes (mâl)	mare	0,02 – 0,06 mm
		mijlociu	0,006 – 0,02 mm
		fin	0,002 – 0,006 mm
	argilă		< 0,002 mm

În literatura altor ţări, cum este Elveţia, folosind site diferite de separare textura capătă dimensiuni cu o virgulă: de ex. 0,063 mm în loc de 0,6, sau 2,8 mm în loc de 2,0. Aceste viziuni nu schimbă pe fond funcţiile texturii solului.

Procentul în care diferitele componente texturale participă la realizarea „stării solului" are o importanţă foarte mare în definirea calităţii acestora.

Din acest punct de vedere solurile se împart în:

Soluri uşoare sau nisipoase, formate din amestecuri de pietriş şi nisip. Ele formează foarte greu structură, nu reţin apa şi oferă condiţii improprii pentru vegetaţie şi organismele din sol.

Soluri mijlocii, alcătuite în măsură egală din particule nisipoase, mâl şi argilă. Par a fi cele mai potrivite soluri pentru agricultură şi oferă o dezvoltare ecologică foarte bună, dacă este respectat un minimum de reguli agro-ecologice.

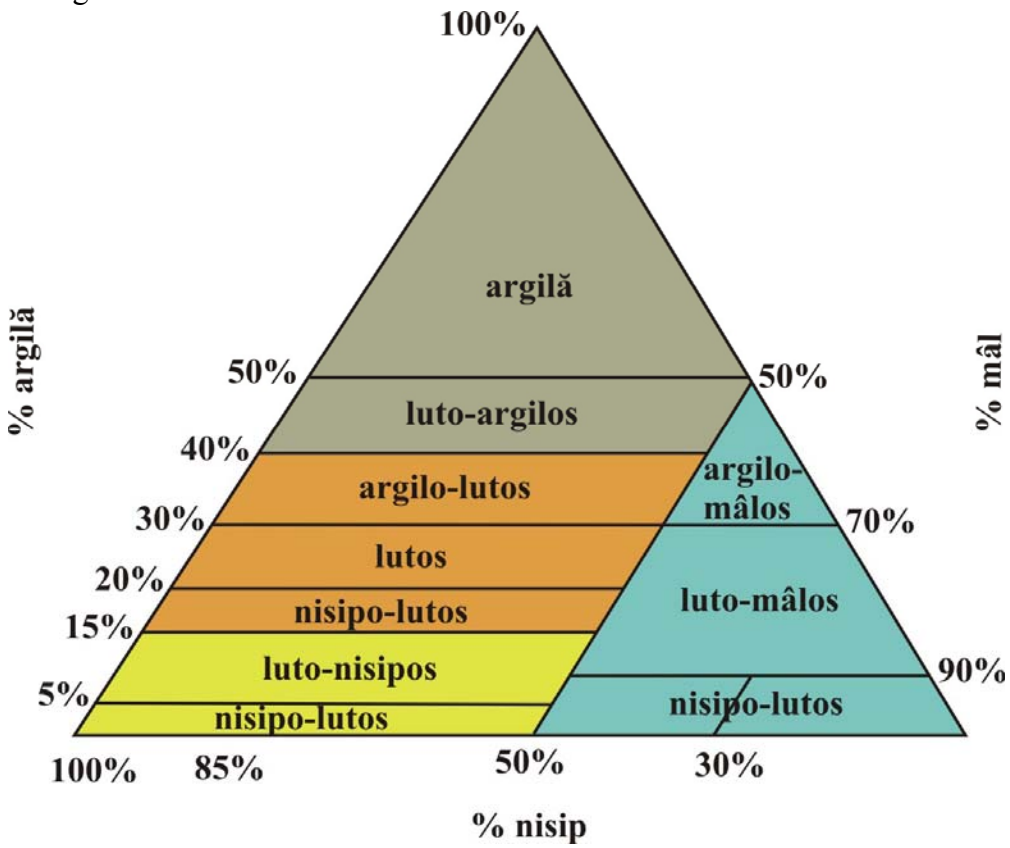


Figura 114. **Triunghiul texturii**
Sursa: http://www.payer.de/entwicklung/entw0314.gif, citat de Berca M. , 2007.

Soluri grele – textural au în componența lor peste 50% argilă, au densitate mare şi se lasă greu structurate. Nu sunt soluri tocmai potrivite pentru agricultură. În figura 114 este prezentat triunghiul texturii care indică o imensă posibilitate de alcătuire texturală a solurilor (diversitate excelentă), ceea ce se şi întâmplă în teren, fiecare tip de sol având personalitatea sa, necesitând a fi lucrat şi conservat prin metode specifice.

5.3. STRUCTURA SOLULUI

Prin structura solului înțelegem o ordonare, în spațiul volumetric destinat solului, a mineralelor (texturii) şi a materiei organice, ambele născute într-o formă neregulată. Structura este o „stare" a acestuia care-l transformă dintr-un organism inactiv în unul activ şi care stă la baza fertilității ecologice a solului, însuşire extrem de căutată astăzi.

Pentru a exprima diferența dintre un sol structurat şi unul nestructurat am alcătuit didactic desenul din figura 115. În dreapta avem un sol nestructurat, impropriu pentru creşterea şi dezvoltarea plantelor.

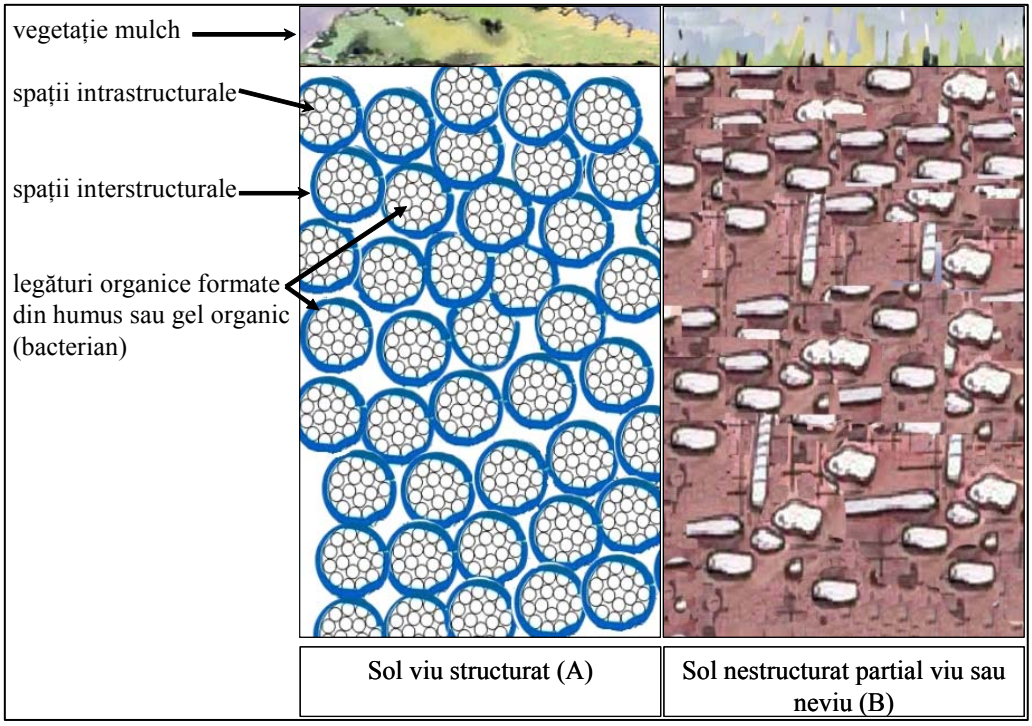
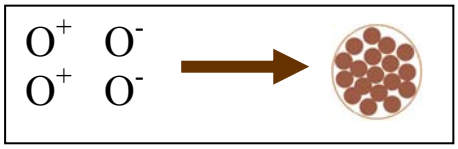


Figura 115. **Două variante extreme: stânga pozitivă, dreapta negativă, privind alcătuirea arhitectonică a solului** (original)

În stânga avem un sol structurat, în care componentele minerale şi organice constituite într-un complex organo-humic au fost supuse unui sistem de agregare generat în principal de activitatea biologică a solului dar şi de rădăcinile plantelor cultivate care lasă în sol suficiente cantităţi de lianţi organici capabili să lege particule elementare în forme agregate diferite. Agregarea are loc în două faze:

1. Agregare predominant fizică, generată de încărcarea cu sarcini electrice diferite



2. Aceste minigranulate sunt procesate apoi de către forţele liante ale solului şi transformate în agregate sau ministructură arhitectonică (figura 116).

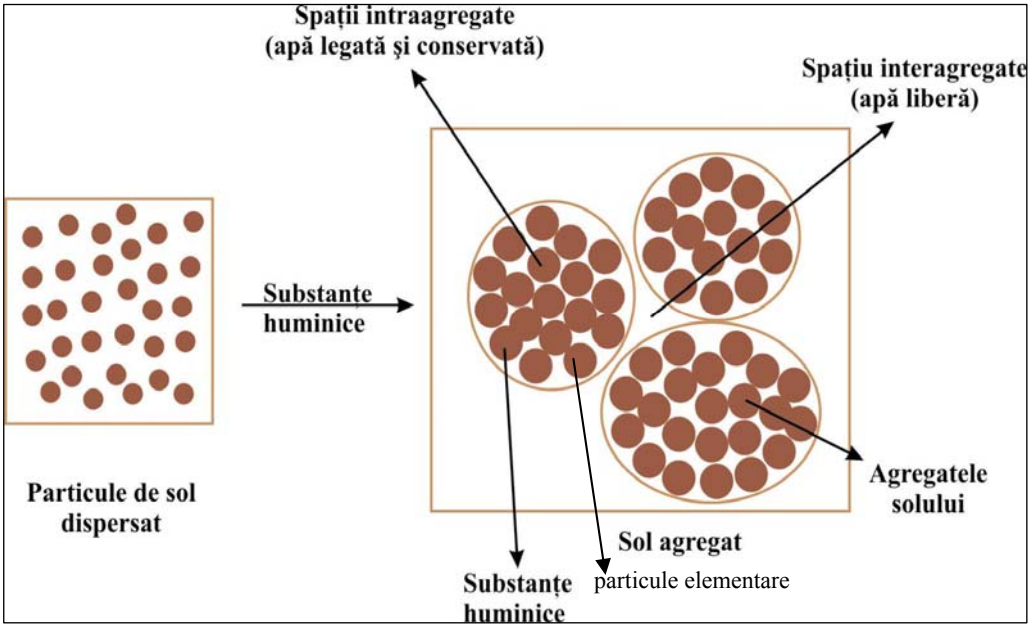


Figura 116. **Substanţele huminice contribuie decisiv la formarea structurii solului şi a hidrosolubilităţii** (desen autor)

Noua arhitectură a solului modifică complet atât însuşirile fizice, cât şi cele chimice.

5.3.1. Forme ale structurii solului

Structura solului este o componentă specială a acestuia şi apare ca urmare a ordonării spaţiale a texturii şi materiei organice, a întregului complex A-H. Forma agregatelor reduce entropia în ecosistemul „sol" şi optimizează principalele funcţii ecologice şi agronomice. Deşi sunt cunoscute numeroase forme structurale, noi ne limităm la patru variante (figura 117):

1) Forma elementară, nelegată, formată din înseşi particulele texturate mari, cum ar fi nisipul vrac. În acest caz, particulele minerale şi eventualele forme de humus se plasează izolat şi alăturat.

2) Coerent sau agregate puternic legate. În acest caz particulele de sol formează un sistem dens, strâns, sub forma unui pachet. De exemplu, granulaţia minerală mare este înconjurată şi fixată cu carbonat de calciu ($CaCO_3$), cu coloizi ai acidului salicilic, cu humus, cu coloizi argilici sau alte materiale.

3) Agregate sau structură fragmentată. În această situaţie particulele minerale şi organice printr-o cuplare întâmplătoare şi puţin densă formează agregate de diferite forme şi mărimi (firimituri diametrul 1 – 10 mm) sau fragmente (diametrul mai mare de 10 mm). Este structura frecvent întâlnită sub solurile cu vegetaţia formată din graminaee şi leguminoase.

4) Segregarea sau fărâmiţarea. Particulele alcătuitoare sunt predominant minerale şi formează prin segregare agregate mai mari sau mai mici (segregate), înainte de toate ca urmare a unor procese de pierdere a apei sau concentrare, rezultând forme poliedrice, prisme, coloane sau plăci.

Formele structurale prezentate mai sus se pot găsi în macroagregate vizibile cu ochiul liber sau în microagregate care pot fi analizate numai sub microscop. Un raport optim între volumul substanţelor solului şi volumul porilor, adică un raport optim apă/aer în sol poate fi întâlnit numai la agregarea fragmentară tip firimituri sau bob de mazăre, cum este uneori definită în România. Construirea, formarea structurii solului n-ar fi posibilă fără:

- coloizii organici şi minerali,
- organismele care formează edafonul,
- rădăcinile plantelor superioare,
- carbonatul de calciu.

Cercetările arată că aproape 70% din forţa de coeziune a particulelor vine din partea organismelor vii şi a coloizilor organici, şi sub 30% din zona coloizilor minerali şi a carbonatului de calciu. Este un motiv în plus să considerăm solul ca un veritabil organism viu. Pentru structurile obţinute prin segregare, de negăsit în terenurile agricole, acţionează îndeosebi forţa de deshidratare şi de presiune la îngheţ a apei.

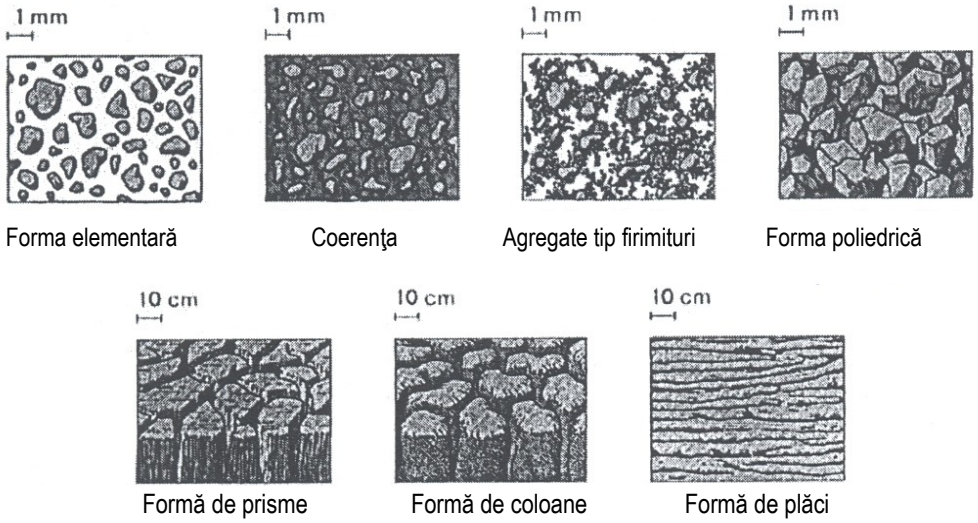


Figura 117. **Prezentare schematică a diferitelor forme de agregare a solurilor** (modificat după Schroeder, 1992)

Un model de structură poliedrică este prezentat în figura 118.

Figura 118. **Structura poliedrică într-o pășune din zona comunei Brebu** (foto autor)

Toate formele structurale, mai ales când vorbim de ele în ecosistemele agricole, nu sunt complet delimitate, în acelaşi sol găsindu-se atât la acelaşi nivel de adâncime, cât şi pe profil forme mixte de agregate. În figura 118, dar mai ales în figurile 119, 120 şi 121, am surprins în fotografii aceste fenomene.

Foarte importantă este rezistența agregatelor. Pentru că, în condiții diferite, aceiaşi factori care au favorizat agregarea se întorc împotriva ei, dacă relația dintre componentele solului se schimbă (figura 122).

Aerisirea excesivă a solului, mineralizarea acizilor huminici, lipsa materiei organice necesară detritivorelor conduc la distrugerea agenților de agregare şi la dispersarea agregatelor. Acelaşi lucru se întâmplă dacă se aplică azot în forme monovalente şi lipsesc cationii de Ca^{++} şi $magneziu^{+}$ - stabilizatori ai acizilor huminici. Creşterea pH-ului înlocuieşte acizii huminici cu cei fulvici, care nu favorizează agregarea.

Asolamentele şi lucrările solului influențează semnificativ stabilitatea agregatelor. La fel şi folosirea plantelor amelioratoare, fie că sunt leguminoase, fie că sunt gramineae anuale sau perene. Culturile intermediare au un rol deosebit în menținerea sau crearea structurii. Un exemplu în acest fel este excelenta plantă Phacelia.

Figura 119. **Coerenţa dată de acizii humici într-un sol cernoziomic ecologizat**
(foto autor, mai, 2008)

Figura 120. **Agregate tip granulat fărâmițate în diferite dimensiuni sub o cultură de grâu ecologizat** (foto autor, mai, 2008)

Figura 121. **Agregate tip granulat, cu un mare grad de stabilitate, sub cultura de mazăre. Sunt vizibile nodozitățile de mazăre bine dezvoltate. Pe acest sol s-au obținut în 2008, 4280 kg mazăre, soiul Rosalia** (foto autor)

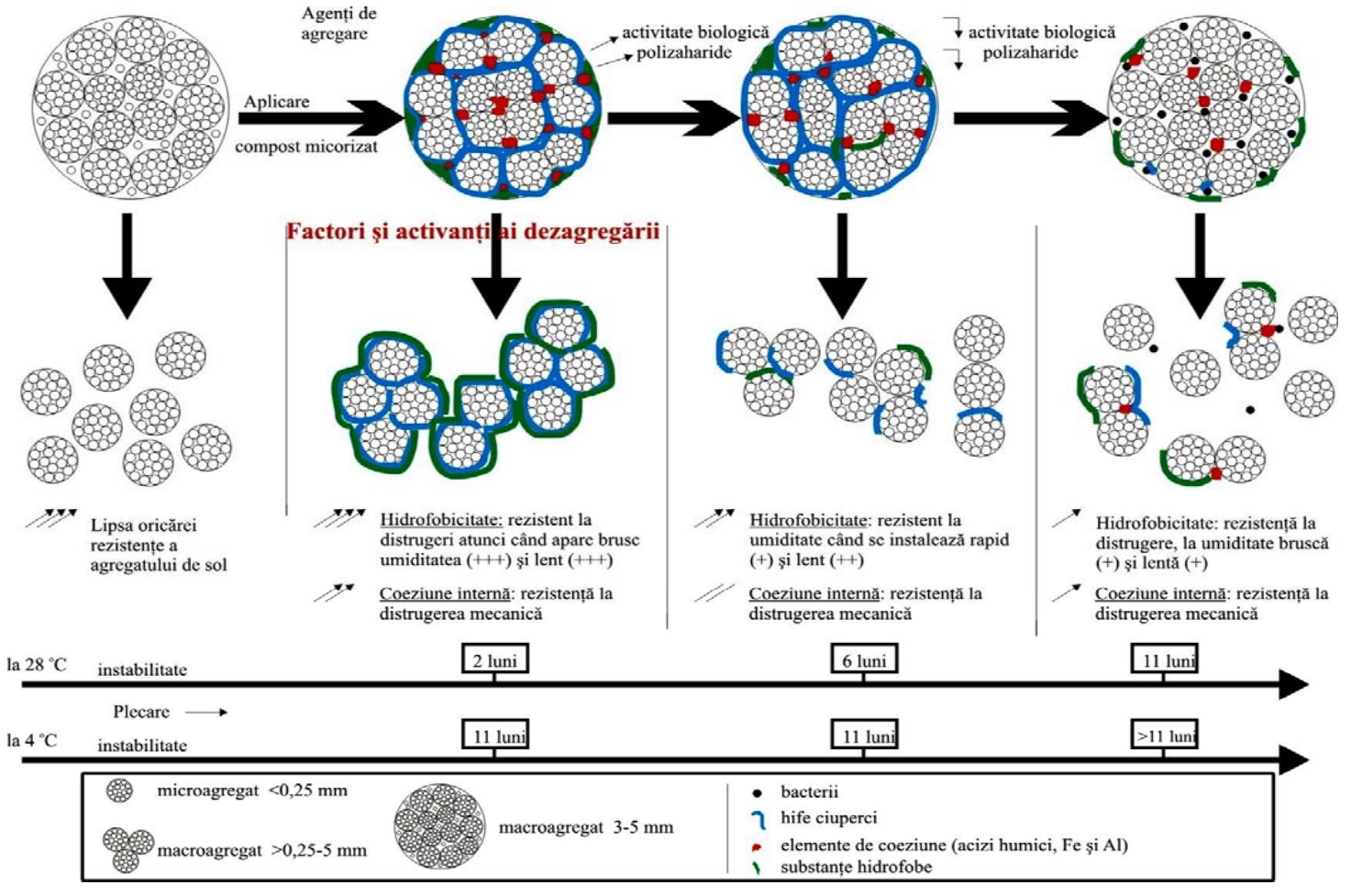


Figura 122. Model de distrugere a structurii solului

5.4. VOLUMUL SOLULUI ŞI DENSITATEA LUI

În general volumul solului este alcătuit din volumul substanţelor care îl alcătuiesc, plus volumul de pori şi spaţii pentru aer, deci:

$$\boxed{V_{sol} = V_{subst.} + V_p}$$

în care:

V_{sol} = volum sol

$V_{subst.}$ = volumul substanţelor solide (textură materie organică)

V_p = volumul porilor şi al spaţiilor libere

În situaţia în care porii şi spaţiile pentru aer nu există datorită lipsei structurii, atunci:

$$\boxed{V_{sol} = V_{subst}}$$

În acest caz, apa nu este reţinută, nicidecum acumulată, iar solul este ca o stâncă în care compactarea se apropie uneori de cea a unei roci mamă. Pentru un sol ideal raportul între volumul substanţelor şi volumul porilor este necesar a fi de 1:1, adică 50% la 50% (figura 123). Din volumul total al substanţelor, marea majoritate o constituie mineralele - 90-95%, şi doar 2-10% substanţe organice. Cu sute şi mii de ani în urmă acest procent a fost mai mare. Chiar şi azi pe solurile organice el poate ajunge până la 80-90%, iar pe unele soluri din ecosistemele clasice în formă heteropolicondensată (vezi capitolul *Humus*) se mai pot întâlni încă 15% humus. În acest punct se poate acţiona pentru reconstrucţia humusului şi extragerea din aer a sutelor de miliarde în plus de CO_2 existente în atmosferă şi care pun în pericol clima şi planeta însăşi.

Din total materie organică 85% reprezintă substanţe organice moarte, inclusiv humusul durabil. Substanţele organice vii reprezintă 15% şi variază gravimetric de la câteva sute kg/ha până la 30 t/ha. Ultima cifră a constituit media solurilor pământului înainte de industrializare. Acum, această medie este de 2,7 t, conform calculelor noastre şi 3 t, conform calculelor lui Raggam (2008).

Revenirea spre o cantitate mare de biomasă în sol constituie cheia succesului noii agriculturi a lumii şi a salvării tuturor ecosistemelor. Volumul ploilor şi a altor spaţii libere în sol este variabil în funcţie de noua construcţie arhitectonică şi variază între 0 şi 60% la aer şi 40-100% pentru apă (figura 123). Valorile ideale ale componentelor solului pentru media solurilor europene în viziunea majorităţii cercetătorilor este cea prezentată în figura 124.

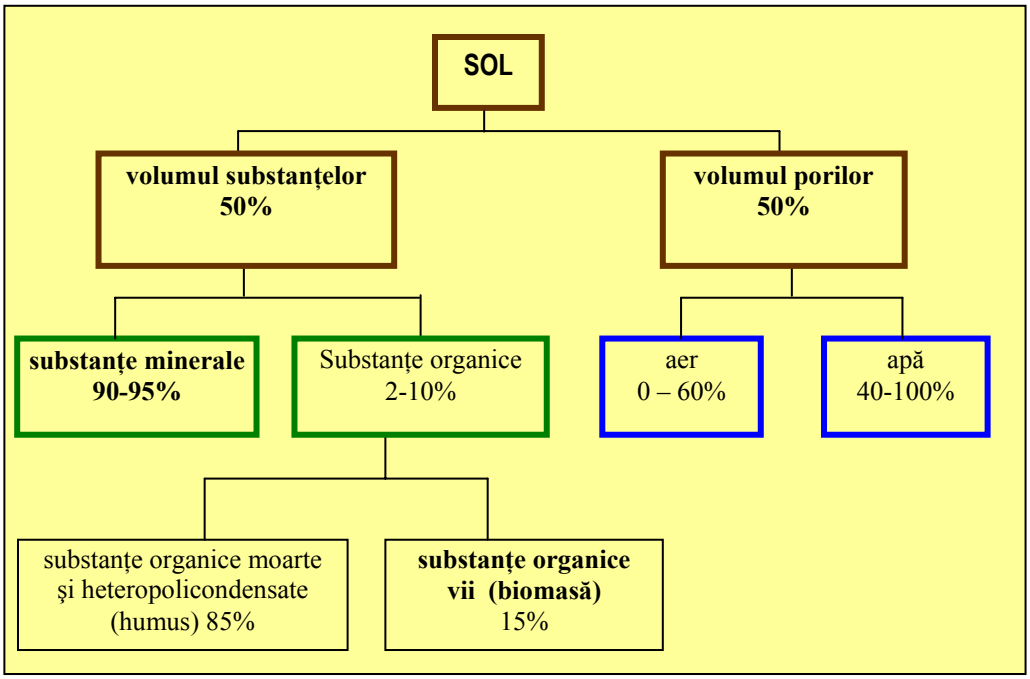


Figura 123. **Repartiţia volumului solului în funcţie de elementele componente** (original)

Figura 124. **Raportul ideal între componentele solului**

Şi dacă varianta ideală arată rapoarte 50:50, există numeroase suprafețe, mai ales în România, unde la nivelul anului 2010 pe cele mai bune soluri putem înmagazina până la 21% apă şi 22% aer, în timp ce pe solurile tasate, atât apa cât şi aerul pot să ajungă la valori dăunătoare.

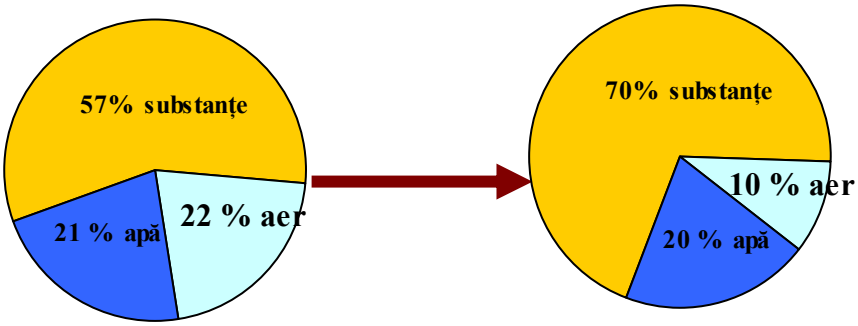


Figura 125. **Evoluţia componentei brute a solului în decurs de 50 de ani în România pentru circa 5 milioane ha teren agrar** (viziune personală)

În aceste ultime condiții microorganismele solului şi activitatea lor s-au redus cu peste 70%, restricționând foarte semnificativ agricultura României vizavi de inputurile naturale şi îndeosebi azot şi apă, cu consecințe directe asupra biomasei, întotdeauna utilă.

5.4.1. Detalii despre volumul porilor

Prin volumul porilor V_p se înțelege acea parte din volumul solului ocupată cu aer, respectiv gaze sau apă, adică soluția solului. El se calculează ca o diferență între volumul solului (V_{sol}) şi volumul ocupat de diferitele substanțe ($V_{subst.}$).

$$\mathbf{V_p = V_{sol} - V_{subst.}}$$

Volumele ocupate de pori se diferențiază între ele prin diferite mărimi şi mod de exprimare (Habitus), şi anume:

- **Pori grobi (mari)** al căror diametru este mai mare de 10 µm, prin care apa se strecoară în profunzime; după scurgerea apei de infiltrație locul ei este preluat de aer.
- **Pori de dimensiuni medii**: diametru 10 – 0,2 µm, este locația pentru conservarea apei disponibile plantelor. În perioada de secetă locul apei este de asemenea preluat de aer.

– **Pori fini**: diametru mai mic de 2 μm, nu garantează apă disponibilă, apa este reținută cu forțe mai mari decât capacitatea de absorbție a ei.

Mărimea porilor este aceea care dictează sub ce formă de află apa în sol, precum şi raportul apă/aer, capacitatea de apă conservată şi disponibilă plantelor, ca şi apa puternic adsorbită şi necedabilă.

Mărimea porilor este în strânsă legătură cu felul structurii. În general, spațiile dintre agregatele de sol sunt disponibile apei de infiltrație şi apoi aerului, iar cea din interiorul agregatelor, denumită şi apă capilară, constituie apa din rezervă (conservată – *Haftwasser* în limba germană). La nivelul particulelor foarte fine şi a coloizilor, aşa cum se va vedea în subcapitolul *Apa solului* vom avea apa legată de subcoeficientul de ofilire, indisponibilă plantelor.

5.5. DESPRE DENSITATEA SOLULUI

În niciun caz nu trebuie să confundăm densitatea solului cu volumul lui. Amândouă sunt însuşiri fizice importante, dar densitatea pare a fi cea mai importantă. Se întâlnesc aici mai mulți termeni ce trebuie luați în considerare:

1. **Densitatea substanțelor solului (D_s),** care vizează greutatea volumului ocupat de materiile organice şi minerale fără a ține cont de spațiile pentru aer şi apă. În acest caz calculul este următorul:

$$\mathbf{D_s} = \frac{Mu}{Vs}$$

în care:

Mu = masa uscată

Vs = volumul pe care îl ocupă această masă.

Densitatea substanțelor minerale ale solului oscilează între 2,60 → 2,75g/cm^3 . Densitatea cuarțului, de exemplu este 2,65.

Densitatea substanțelor organice ale solului oscilează însă între: 1,0 şi 1,4 g/cm^3.

2. **Densitatea în stare naturală** (denumită şi densitate aparentă) **a solurilor**, adică, cu luarea în considerare şi a spațiilor libere, se calculează prin ridicarea mostrelor cu ajutorul unui cilindru al cărui volum este bine cunoscut. Conținutul cilindrului este uscat şi apoi cântărit, formula de calcul fiind practic aceeaşi.

$$\mathbf{D} = \frac{Mus}{Vsc}$$

în care:

M_{us} = masa uscată a solului din cilindru

V_{sc} = volumul cilindrului.

Densitatea solurilor în sistemele lor naturale variază pentru solurile minerale între 1,1 şi 1,8 g/cm^3 iar pentru solurile organice între 0,12 şi 0,48 g/cm^3.

Majoritatea solurilor naturale au densitate în stratul superior de humus de 0-10 cm de 1,3 g/cm^3, respectiv 1,3 t/m^3. În calculele sale privind degradarea humusului Raggam a luat ca densitate cifra de 1,4 t/m^3 sol.

Cu cât solul este mai tasat şi se îndepărtează de la forma sa naturală, cu cât este mai puțină materie organică şi sunt mai puține microorganisme în sol, densitatea, apropiindu-se de cifra 2, iar uneori depăşind-o, spre exemplu, densitatea unui sol bogat în minerale de argilă, are în stratul tasat format prin talpa plugului densități de 2,1-2,5 g/cm^3, mai ales dacă argila depăşeşte 34% din volumul solului.

Densitatea solului este un indicator atât de important şi pentru faptul că ne dă indicații asupra:

- gradului de structurare a solului
- conținutului în humus şi alte materiale organice
- capacității de infiltrare a apei
- capacității de înmagazinare a apei,
- eficienței lucrului cu maşinile agricole (consum de energie în special),
- capacității de creştere a plantelor şi nivelul de producție de biomasă.

Prin programe special/softuri, ținând cont de conotațiile care există între densitate şi oricare dintre aceşti indicatori, aceştia din urmă pot fi calculați cu probabilități foarte mari, printr-o simplă determinare în laborator a densității, pe mostrele ridicate din câmp. Cunoaşterea densității solurilor naturale istorice, în bună stare ecologică, serveşte ca indice de control pentru solurile intensiv lucrate şi care în viitor vor trebui aduse spre parametrii fizici şi biologici ai solurilor naturale.

Asemenea date lipsesc deocamdată din literatura românească, şi nici în literatura internațională nu am putut găsi date credibile. În schimb, nu lipsesc

datele privind densitățile (aparente) pe adâncimea profilului. Pentru solul de la Someşeni, Cluj-Napoca, Adriana Hoban (2008) ne pune la dispoziție următoarele date:

Adâncime sol	D (A)
0-20	1,14
20-40	1,25
40-60	1,58
60-80	1,75
80-100	1,94

Asemenea rezultate sunt normale pentru majoritatea solurilor țării. Precizăm însă că în cazul unor soluri excesiv afânate densitatea solului poate coborî sub „1”, situație nefavorabilă care conduce rapid la arderea humusului. Mici sunt şi valorile sub 1,2, care nu garantează stabilitatea complexului argilo-huminic al solului.

Capitolul 6
APA DIN SOL

Componenta lichidă a părţilor care alcătuiesc solul se numeşte apa solului. În fond este vorba de o soluţie apoasă în care se găsesc dizolvate o serie întreagă de componente organice şi minerale care alcătuiesc „SOLUŢIA SOLULUI".

Fără apă în interiorul său, solul nu ar exista ca organism viu, pentru că apa însăşi înseamnă viaţă.

Apa solului provine direct sau indirect din precipitaţiile atmosferice. În funcţie de textură şi structura solului, şi mai ales a aranjamentului spaţial în care se ordonează particulele solide ale acestuia se reţine o cantitate mai mare sau mai mică. Numeroşi autori au făcut diverse clasificări ale apei în sol. În figura 126 ne permitem să alcătuim o schemă care să cuprindă aproape toate noţiunile întâlnite în domeniu.

Prin **apă legată** trebuie să înţelegem apa absorbită puternic şi nedistribuită, respectiv neaccesibilă plantelor pF > 4.2. (Prin pF trebuie să înţelegem logaritmul în baza 10 a forţei cu care apa este absorbită de particule sau coloizi. El reprezintă potenţialul matrix al inerentei energii cu care este reţinută apa în sol).

Apa capilară este cea reţinută în sistemul de pori ai solului urmare a meniscurilor (intersecţiilor capilarelor). Apa capilară poate proveni şi din baza profilului saturat cu apă, din care, prin capilare se ridică în profilul solului. Deci:

Apa legată = apa absorbită + apa capilară (suspendată)

O parte din apă intră în zona capacităţii de apă utilă a solului şi poate fi folosită de către plante.

Apa de infiltrare este apa liberă din sol, cea care, de regulă, ocupă spaţiile pentru aer în timpul precipitaţiilor şi care, după un anumit timp „t" pătrunde în subsol. Condiţia este ca solul să fie permeabil şi să nu dispună de talpa plugului (este influenţată şi de forţa de gravitaţie).

Interflow. Reprezintă acel flux de apă care provine din subsol şi se ridică în profilul solului, aprovizionând plantele cu apă (solurile aluviale sau cernoziomurile din Banat).

Apa stangnantă. Apare, de regulă, în subsol, atunci când în infiltrarea ei întâlneşte un strat impermeabil, de regulă argilă, pe care se acumulează. Ea se poate deplasa în funcţie de panta acestui substrat, sau poate rămâne la locul

ei şi aprovizionează cu apă capilară rădăcinile plantelor evitând riscul lipsei de apă şi energia mare pe care plantele o folosesc pentru extragerea apei din sol atunci când aceasta se află în permanență în jurul coeficientului de ofilire.

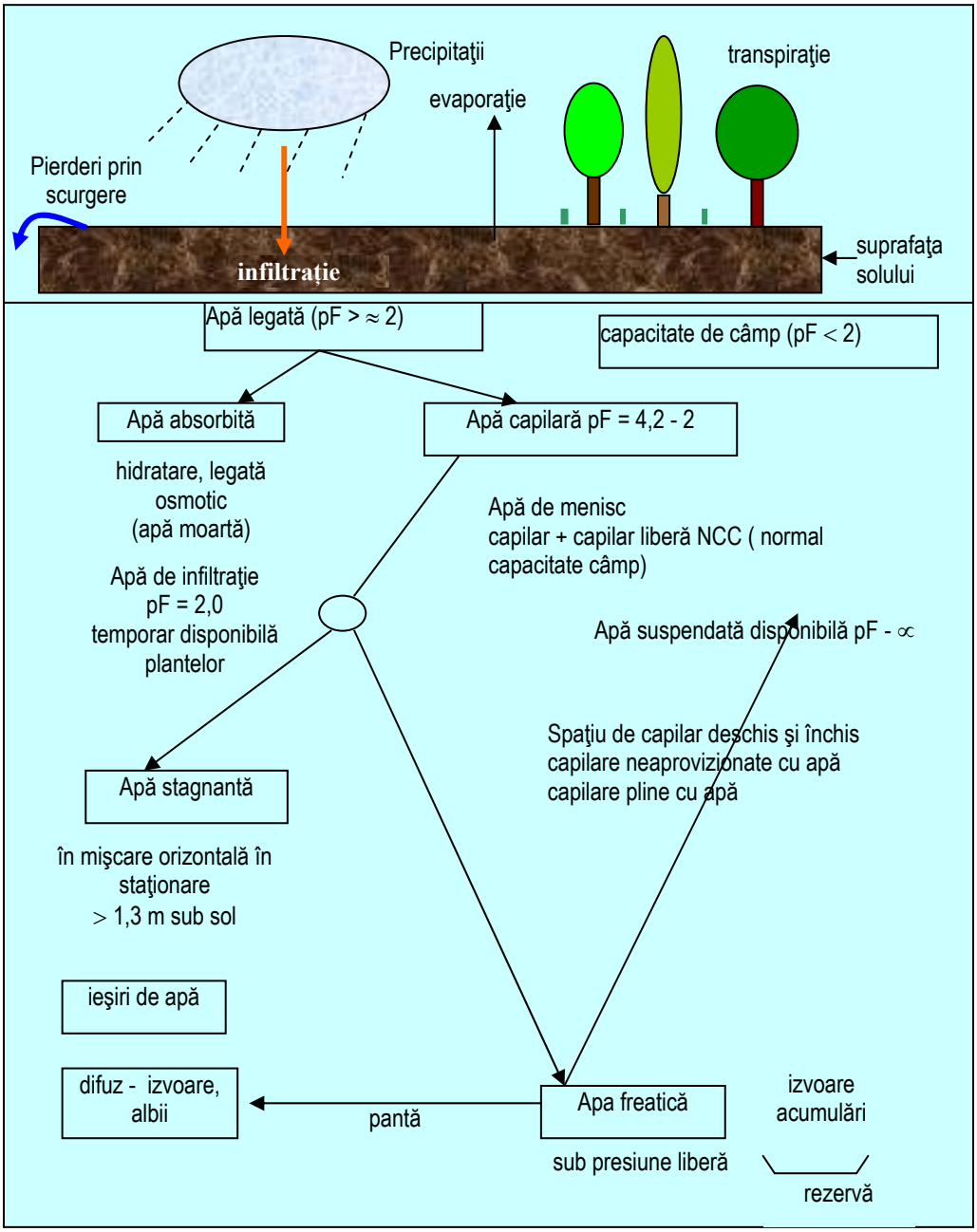


Figura 126. **Forme de apă în sol**

Apa freatică. Aparţine mai degrabă factorului geologic, pentru că ea se află în golurile, în scobiturile geologice ale rocii mamă unde formează uneori depozite foarte importante, rezerve utile de apă, necesare aprovizionării comunităţilor, dar şi irigării plantelor (vezi şi figura 127). Şi totuşi apa freatică joacă un rol important în viaţa solului şi a plantelor, mai ales atunci când lipseşte apa stangnantă, ea fiind direct înlocuită de cea freatică.

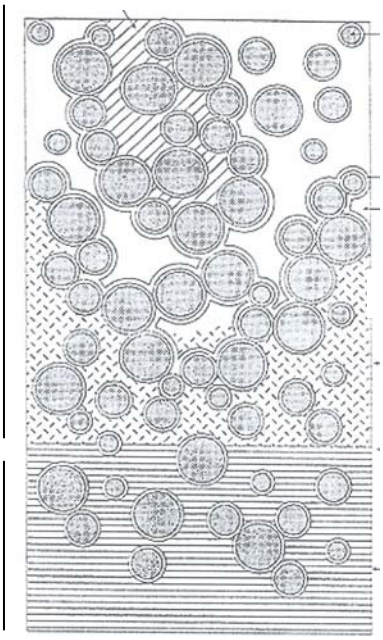


Figura 127. **Diferite forme de apă prezente în sol**

Sursa: http:/www.xfaweb.baden-wuertemberg.de/Alfaweb/berichte/mza11/abb228.gif

6.1. INDICATORII CEI MAI IMPORTANŢI LEGAŢI DE CIRCULAŢIA APEI ÎN SOL ŞI DISPONIBILITATEA EI CĂTRE PLANTE

Din punct de vedere al agriculturii noi trebuie să vedem solul ca un sistem care calculează bine relaţiile dintre părţile lui, de natură fizică, chimică şi biologică. De cele mai multe ori noi vedem solul ca un suport pentru plante, aşa cum ar fi, de exemplu culturile agricole, sau pentru o casă, şi cu greu ne putem imagina că relaţiile plante-sol reprezintă un adevărat sistem cibernetic, că plantele îşi aleg solurile în funcţie de capacitatea lor de a convieţui în locaţia analizată.

Solul nu poate ceda întreaga sa apă plantelor. Aşa cum spuneam, există o cantitate de apă în sol care nu poate fi accesibilă plantelor, o alta care este greu accesibilă şi o a treia care este pasageră, foarte uşor accesibilă (vezi şi figura 126). Apa absorbită în sol este supusă anumitor tensiuni care se măsoară fie în înălţime coloană de apă (A_h), fie în bari, fie în pF (logaritmul coloanei de apă în cm) (figura 129).

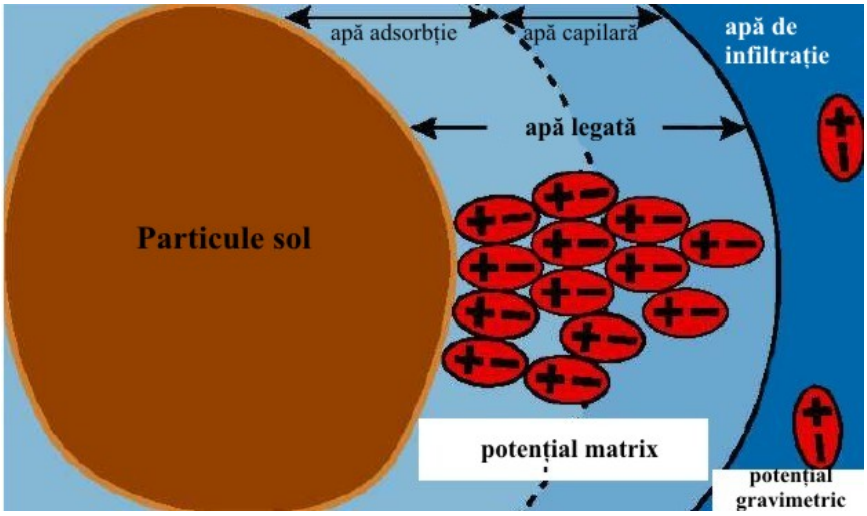


Figura 128. **Legăturile apei cu solul**

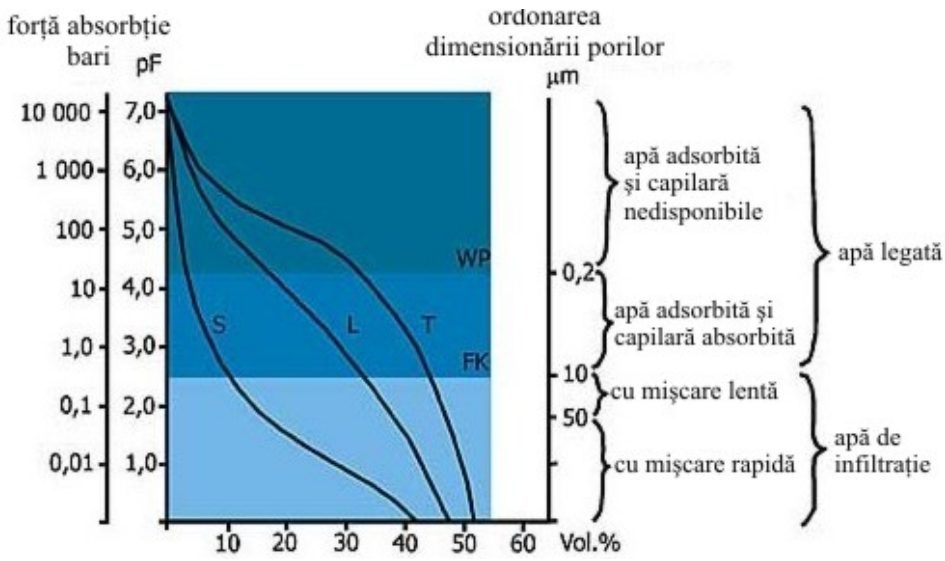


Figura 129. **Curba tensiunii (reţinerii) şi a disponibilităţii apei în sol; N = sol nisipos; L = sol lutos; A = sol argilos** (Berca M., 2008)

De exemplu: o tensiune a apei în sol de: 1 bar = 10^3 cm = pF3

Pornind de aici distingem în sol mai mulți indicatori foarte importanți pentru definirea relațiilor plante-sol.

1. **Coeficientul de ofilire** (C_O) este acea valoare sau interval de prezență a apei în sol care delimitează apa accesibilă de cea inaccesibilă. Cantitatea de apă din sol de sub acest indice nu mai poate fi folosită de plante (apă moartă). El corespunde unei adsorbțiuni de circa pF = 4,2, adică între 12 şi 15 bari. În funcție de tipul de sol, cantitatea totală de apă blocată din volumul total de apă al solului este:

- circa 4% pentru solurile nisipoase;
- circa 18% pentru solurile lutoase;
- circa 30% pentru solurile argiloase.

2. **Capacitatea de câmp** (C_C) pentru apă este acea valoare, indicator al apei din sol care redă cantitatea de apă reținută prin absorbție şi forțele capilare, dar scoasă de sub influența gravitației. Cifra C_C se află la circa 0,6 bari sau 1,8 pF, la valori mai mici, forța gravitației devine mai puternică şi apa începe să se miște în profunzime.

3. **Capacitatea de apă utilă** (C_{AU}) este un coeficient, un indicator care exprimă diferența între C_C şi C_O, adică:

$$C_{AU} = C_C - C_O$$

Rezultă că plantele pot absorbi apă în sol în intervalul pF 1,8 şi 4,2

În raport cu tipul textural de sol putem spune că, capacitatea de câmp se poziționează astfel:

- la circa 12% în cazul solurilor nisipoase;
- la circa 35% în cazul solurilor lutoase;
- la circa 48% în cazul solurilor argiloase,

iar cantitatea de apă utilă ar fi deci de:

- de 12 – 4 = 8% în cazul solurilor nisipoase;
- de 35 – 18 = 17% în cazul solurilor lutoase;
- de 48 – 30 = 18% în cazul solurilor argiloase.

Cunoaşterea acestor parametri este foarte importantă pentru judecarea relației plantă-sol, pentru conservarea apei şi gestionarea ei corectă. Să nu uităm că indicatorii mai sus prezentați pot varia esențial cu structura solului.

Cantitatea de apă care poate fi obținută în zona rădăcinilor depinde foarte mult de înălțimea de urcare a apei prin capilare, şi anume (tabelul 13):

Tabelul 13

Înălțimea de urcare a apei prin capilare

Tipul de sol	Mărimea particulelor (mm)	Înălţimea de urcare a apei prin capilare (mm)
pietriş	2 - 6	< 20
pietriş fin	< 2	50 – 150
nisip mijlociu	0,6 – 0,2	100 - 300
nisip fin	0,2 – 0,06	150 - 1000
loes/mâl	0,06 – 0,002	1000 – 10.000
argilă	< 0,002	> 10.000

În funcție de valoarea pF, ecologic se poate aprecia dacă solul este umed sau nu, şi dacă apa este disponibilă sau nu plantelor.

Tabelul 14

Gradul de umiditate al solului în funcție de valorile pF
(prelucrat după Schroeder, 1992)

Apă accesibilă plantelor cu cheltuieli diferite de energie				
pF_1	pF_2	pF_3	pF_4	pF_5
sol foarte umed	sol umed	sol proaspăt	sol uscat	secetă

O corelație între textura solului şi formele de apă – sol este prezentată foarte corect în figura 130 (Ehlers, 1996).

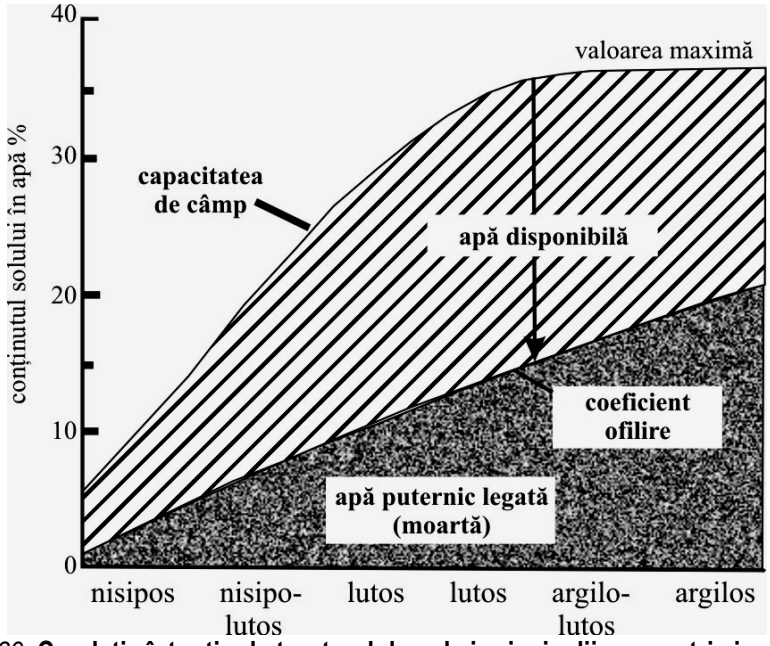


Figura 130. **Corelaţia între tipul structural de sol şi principalii parametri ai apei în sol**
(prelucrat după Ehlers, 1996)

Toţi indicatorii apei din sol cresc cu creşterea conţinutului de argilă până la solurile lutoase – luto-argiloase. La interfaţa dintre cele două forme texturale se găseşte cea mai mare cantitate de apă disponibilă. Acestea sunt solurile cele mai potrivite ecologic pentru creşterea plantelor agricole.

6.1.1. Potenţialul de apă al solurilor

Despre relaţia dintre apă şi sol s-au scris zeci de mii de pagini de literatură. În acest material apa din sol interesează în măsura în care contribuie la îmbunătăţirea stării ecologice a solului. Parametrii fizici sunt mai puţin importanţi. Mişcarea apei în sol şi disponibilitatea ei pentru plante sunt parametri, indicatori care interesează în mod deosebit. În continuare prezentăm în rezumat aceşti indicatori.

P_{AT} *= potenţial total de apă al solului*

P_{AM} = potenţialul matrix, care reprezintă apa absorbită la suprafaţa particulelor organice şi anorganice care alcătuiesc matrixul solului. Acest potenţial de apă constituie apa parţial disponibilă plantelor.

P_{AG} = potenţial gravimetric, reprezintă volumul apei ce se infiltrează sub acţiunea forţei gravitaţiei; se mai numeşte şi apă liberă, care după infiltrare lasă spaţiile la dispoziţia aerului, aer necesar derulării proceselor aerobe din sol.

P_{AO} = potenţial osmotic şi reprezintă apa reţinută numai de către forţele osmotice. Nu este disponibilă plantelor.

P_{AP} = potenţial de presiune generat de alte forţe de presiune asupra particulelor de sol, inclusiv capilare mici.

$$\mathbf{P_{AT} = P_{AM} + P_{AG} + P_{AO} + P_{AP}}$$

Din această formulă pe noi ne interesează în fond numai apa care se deplasează, şi în acest caz: $P_{AT} = P_{AM} + P_{AG}$ = potenţial de apă disponibilă

Deplasarea apei în sol se face datorită diferențelor de potențial ΔP_{AT}, generate de conținutul diferit în apă al solului, fie în puncte diferite aşezate orizontal, fie aşezate pe vertical.

Fluxul de apă „**qa**" care se poate deplasa dintr-o parte a solului spre o alta cu diferența de potențial de umiditate este descris de ecuația lui Darcy, şi anume:

$$qa = K \frac{\Delta P_{AT}}{\Delta P_{AG}}$$

Potențialul gravitațional (P_{AG}) are un comportament special în sensul că el are valoarea „0" la suprafața apei şi creşte cu creşterea înălțimii de urcare a apei în capilare. Cum în acelaşi loc forța gravitației rămâne constantă, înseamnă că urcarea – deplasarea apei în sol pe verticală va depinde de forțele capilare şi alte forțe care acționează asupra solului (forța de presiune a rădăcinilor şi alcătuirea lui structurală) (Vezi şi figura 131).

Putem să afirmăm deci că, dacă vom lăsa evoluția solurilor numai pe calculele fizicienilor vom rămâne a judeca solul numai din punct de vedere fizic, ceea ce nu este just. Ideea ecologizării solurilor pleacă tocmai de la mărimea coloizilor organici din sol, pentru solurile cu textură nisipoasă (uşoară), în sensul aglomerării particulelor în agregate structurale stabile şi, dimpotrivă, de a reduce coloizii minerali bogați în cationi hidrofili din solurile argiloase şi tamponarea lor cu material organic în vederea realizării unei structuri elastice dar stabile, care să reducă potențialul osmotic şi să-l transforme într-un potențial mixt capilar + gravimetric. Un asemenea potențial mixt capilar + gravimetric ne conduce la realizarea unor soluri ecologice în care, aşa cum se va vedea, factorul ecologic joacă un rol esențial.

În figura 132 se prezintă într-o fotografie originală un sol structurat şi unul nestructurat. Structurarea s-a efectuat prin metode speciale de ecologizare a solului.

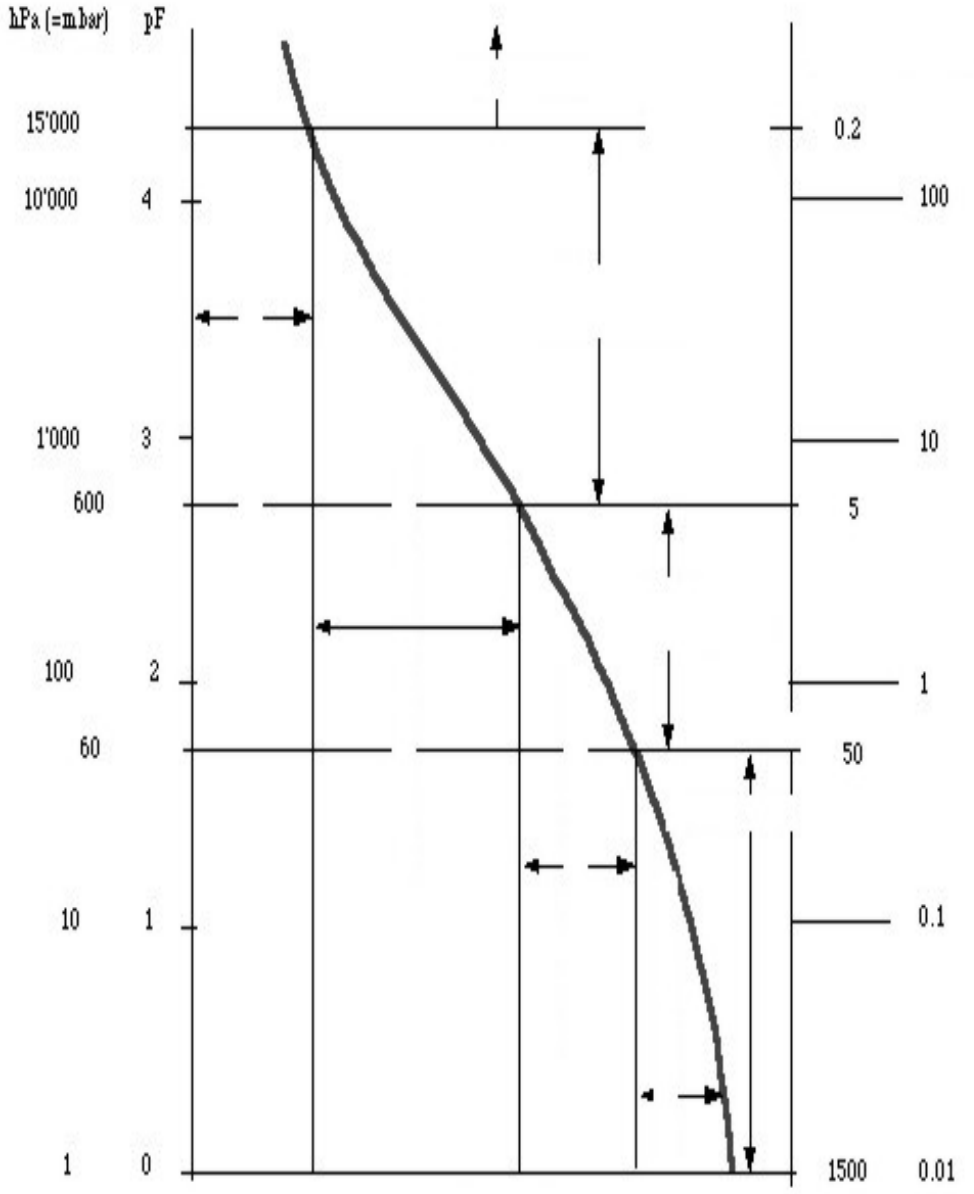


Figura 131. **Posibilităţile de mişcare a apei în sol sub acţiunea dimensiunilor porilor, adică ale forţelor de tensiune capilară** (Berca M., 2008)

Figura 132. **Ecologizarea prin structurare a unui sol cernoziom greu în Câmpia Burnasului** (foto original)

Un capitol important al acestei cărţi va vorbi despre humusul solului cu care ocazie se va prezenta şi partea vie a acestuia, atât de importantă pentru funcţionarea restului lumii vii a planetei.

6.2. CÂTEVA EXEMPLE DE PROFILE ALE SOLULUI CONVENABIL AGRICULTURII NOI

Se pare că la sfârşitul ultimei glaciaţiuni, sau mai exact câteva mii de ani după aceea, au apărut primele semne ale practicării agriculturii de către oameni. Dacă atunci s-ar fi făcut un profil al terenului luat în cultură în stepele Bărăganului românesc, atunci el ar fi arătat ca cel din figura 133.
Amândouă cernoziomurile pot fi întâlnite în România. Cel negru se află în zone mai umede cu biomasă mare, dar extrem de limitate. Cantitatea mare de biomasă a condus la formarea unui sol ideal, pe care ni-l dorim cu toţii. Cantitatea de humus total se apropie de 13% din care peste 8% este humus durabil, heteropolicondensat. Pe profil se observă rădăcini şi chiar hife de ciuperci. În consecinţă, stratul gros de humus care se duce la 70 cm este structurat în formaţiuni mici măzărate, bine distincte. Raportul apă/aer este de 50/50, iar cantitatea de biomasă din sol depăşeşte 20 t/ha.

Profilul b) este de fapt o evoluţie a primului. Luat în cultură şi supus şi proceselor de irigaţie, cernoziomul din O.A. s-a redus cu peste 60% devenind aproape brun, iar conţinutul de humus nu mai depăşeşte 5%, din care numai 3% heteropolicondensat. Într-un interval de 50 de ani s-a pierdut 13-6 = 7% humus, adică avem o reducere de la 1014 t/ha în profilul a) la 455 t/ha în profilul b), adică o pierdere de 2,2 ori, ceea ce înseamnă 11,2 t humus/an. În consecinţă, solul s-a tasat, structura s-a distrus din cauza irigaţiilor dar şi a

lucrărilor excesive, există un început de formare a orizontului B, biomasa solului s-a redus la sub 3 t/ha.

a) cernoziom negru b) cernoziom deschis aerat

Figura 133. **Comparaţie între două profiluri de sol provenind din aceeaşi zonă la interval de circa 50 de ani** (geo.bildungszentrum-morkdorf.de)

Solul necesită o atenție deosebită pentru reconstrucție ecologică pentru a putea reintra în marele circuit al noii agriculturi. Despre toate aceste probleme vom discuta într-un capitol special.

Capitolul 7
HUMUSUL

7.1. DEFINIRE, PRODUCERE ŞI DEGRADARE

Definire

Aristotel a fost, poate, printre puținii cercetători ai lumii care a dat următoarea definiție, lansând încă din acele vremuri „teoria humusului" în nutriție: *Plantele mor şi din resturile lor se formează humusul, care hrăneşte plantele viitoare.* Este o definiție dată cu 390 de ani înainte de Hristos, dar este una greşită, falsă.

La peste 2400 de ani de la Aristotel enigmele humusului nu sunt cunoscute, nicidecum rezolvate. Una din cele mai remarcabile lucrări, citată permanent de literatura de specialitate este cartea lui Wolfgang Ziechmann (1980), din care reproducem câteva fragmente:

Substanțele humice nu pot aduce niciun fel de satisfacție cercetătorilor din domeniul fizicii şi chimiei. Ele sunt substanțe clasate, excluse din cataloage şi din preocupările cercetătorilor. Ele sunt pur şi simplu ignorate.

Substanțele humice însele au o contribuție esențială privind comportamentul negativ al cercetătorilor. Ele sunt practic imposibil de stabilizat, purificat şi determinat. Simpla lor definire este în măsură să determine o confuzie, zăpăceală sau dezordine durabilă, şi în niciun caz nu se lasă convingător ordonate.

Pe de altă parte se poate afirma că substanțele humice dețin anumite însuşiri considerabil constante. Specificul lor îl constituie culoarea brună, care cu siguranță este greu de găsit în rândul puținelor substanțe definite sau nedefinite. Anumite părți ale substanțelor huminice sunt acizii, mai precis acizi stabili în comparație cu masa mare a acestora; există produse de reducție (dar în general în alte părți sunt mult mai active).

Substanțele huminice participă la transferul de electroni, dar şi aici există alte substanțe care o fac cu mult mai bine. Substanțele huminice au numeroase activități, dar totdeauna la nivel mediu. Aici se aplică principiul *natura gândeşte mult şi reacționează încet, dar întotdeauna bine, cu folos pentru ecosistemele şi populațiile ei*.

Ce este totuşi humusul?

Vom folosi pentru clarificare definiții ale mai multor autori, printre care citățm: Miehlich G. de la Institutul de Pedologie al Universității Hamburg

(2007), Körschens M. (FAL 2008) Institutul pentru Nutriția Plantelor şi Pedologie Braunschweig, Kurt-Jürgen Hülsbergern (2007) Bio Austria Baurntage, Enciclopedia liberă Wikipedia, şi alții.

În fond, sub denumirea de humus întâlnim un model de substanțe organice specifice numai solului (care însumează mai multe submodele de alte substanțe ce se află într-o permanentă şi dinamică schimbare, generată de milioanele de factori de influență (viziune personală a autorului). Substanțele tip submodel care alcătuiesc humusul sunt următoarele:

1) **Substanțele organice nevii ale solului**, cunoscute în germană sub denumirea de Streu, în franceză mos, iar în engleză la fel. La alcătuirea acestora contribuie toate resturile şi organismele nevii precum resturi de plante, frunze, ace de conifere, ramuri, rădăcini, cadavre de animale, insecte şi microorganisme etc.

2) **Substanțele huminice** – care provin din substanțele organice nevii ale solului prin procese biotice şi abiotice, care se desfăşoară în sol şi care conduc la noi combinații organice, altele decât cele care provin şi care pot ajunge uneori la lanțuri organice destul de lungi prin procesul de heteropolicondensare. Ele sunt cel mai adesea de culoare neagră şi brună, sau combinații dintre cele două.

3) Există autori (Michliech G., 2007) care consideră drept componente ale humusului şi unele xenobiotice care provin din zona antropică (pesticide), hidrocarburi policiclice sau carbon provenit din diverse surse străine. Noi considerăm însă că numai primele două subgrupe pot alcătui modelul complex al humusului.

În viziunea, mai ales a Comisiei Europene, Departamentul pentru Agricultură, humusul se găseşte sub trei forme:

a) Humus de nutriție – ceva care seamănă cu definiția lui Aristotel, numai că aici este vorba de o degradare rapidă a SOS-urilor, sub influența unui flux ad libitum de oxigen şi apă, cu formarea de produse de echilibru final (mineralizare) NH_3, NH_4, NO_2, NO_3 etc., care reintră rapid în circuitul de nutriție al plantelor. Nu este timp pentru formarea de substanțe organice intermediare, nicidecum de policondensarea lor.

b) Este acea materie poliorganodiversă, policondensată, care formează inclusiv combinații fizice tip coloidic cu particulele fine, organice ale solului, şi în care disponibilitatea pentru directa nutriție a plantelor este foarte redusă datorită stabilității substanțelor. Degradarea humusului stabil, durabil se poate face totuşi în timp dacă solurile sunt excesiv aerisite şi plantelor nu li se oferă alte surse de nutriție. În acest ultim caz degradarea humusului este un fenomen extrem de negativ care conduce la pierderea capacității solului de a

reține apa şi microorganismele, şi la eliminarea în atmosferă a sute de miliarde de tone CO_2 care provoacă încălzirea atmosferei.

În general în vestul Europei :

$$SOS = HUMUS = C_{ORG} \times 1{,}724$$

în care:

SOS = substanțe organice ale solului; C_{ORG} = carbon organic

Această suprapunere a SOS-urilor peste humus este cu atât mai des utilizată cu cât solul din zona respectivă este mai sărac în humus, stabil, durabil. Aceasta poate şi pentru faptul că Uniunea Europeană măsoară, în fapt, humusul unui sol prin cantitatea de carbon din sol şi nu a acizilor huminici, care, aşa cum spuneam, sunt greu de prins şi de determinat.

7.2. FORMAREA ŞI TRANSFORMAREA SUBSTANŢELOR ORGANICE ÎN SOL

Conform prezentării din figura 134 evoluția substanțelor organice care cad pe sol şi intră în sol sunt luate în primire de către organismele şi microorganismele solului suferind două tipuri de transformări simultane: fizice şi biochimice (figura 134).

Din figură reies următoarele:

1) Faza mărunțirii materialului organic de către microorganisme specifice, denumite şi detritivore. Acestea, în primă subfază taie, mărunțesc şi supun unui proces de amestecare materialele organice. Ele mai sunt denumite saprofagi sau detritus fielders (figura 135 şi figura 136). Mulți acarieni şi larve de insecte pot face parte din tipul Panzer (tanc). Sunt foarte cunoscute din acest punct de vedere speciile din ordinul *Oribatidae* (figura 136) şi *Chilopoda*. Sunt foarte frecvente mai ales în solurile de sub zone de pădure. Artropodele din ordinul *Glomeriada* (figura 137), dar şi alte colembole îndeplinesc în sol funcția de a amesteca materia organică cu materia minerală a solului, contribuind la obținerea fazei premergătoare a complexului argilo-humic. Speciile ordinului *Glomeriada* sunt foarte numeroase, în zona central şi est-europeană identificându-se peste 2000 de specii.

Râmele (*Lambricus terrestris*) reprezintă principalul indicator al stării ecologice a solului.

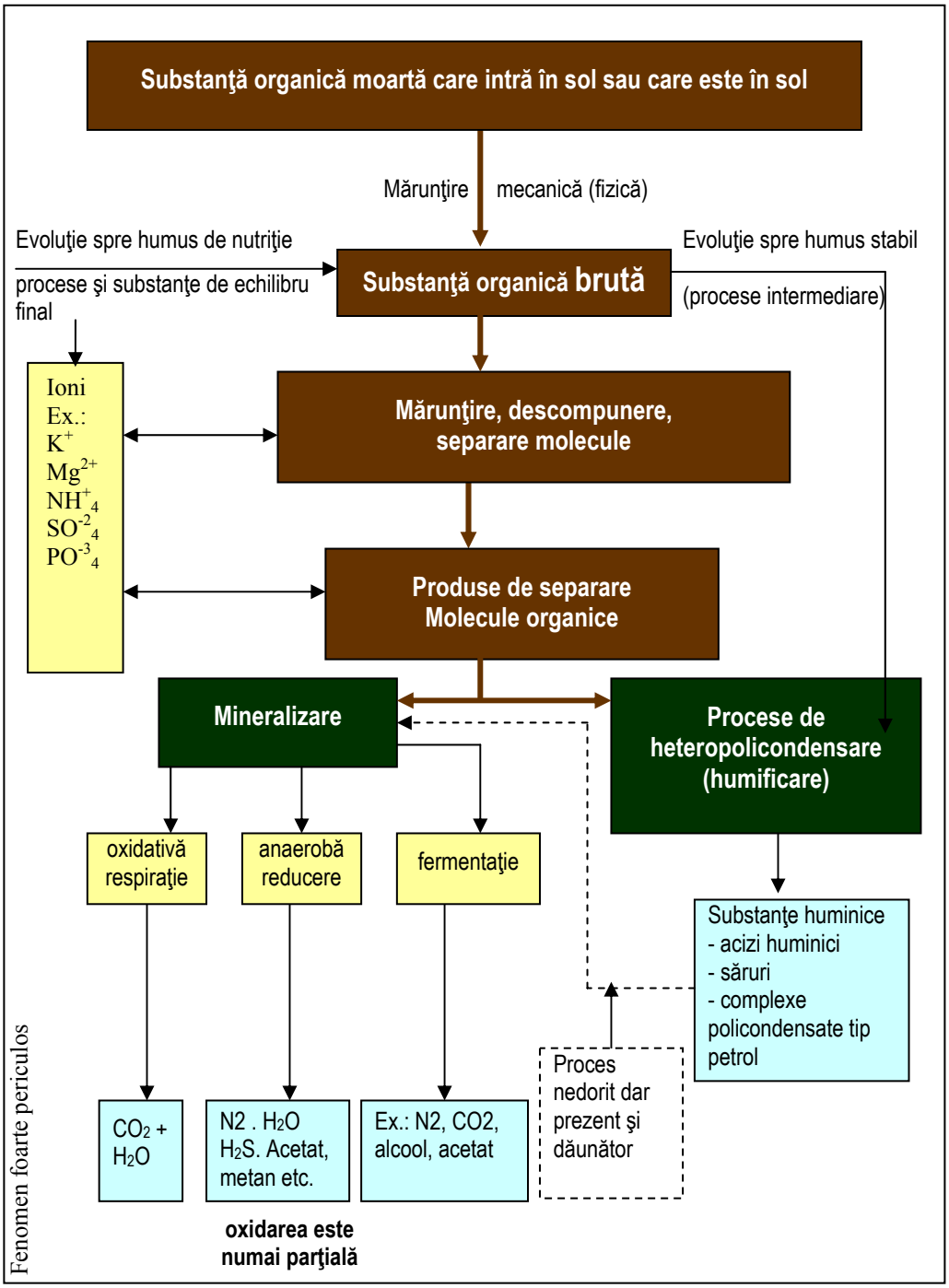


Figura 134. **Model de formare a humusului** (prelucrare după mai mulţi autori)

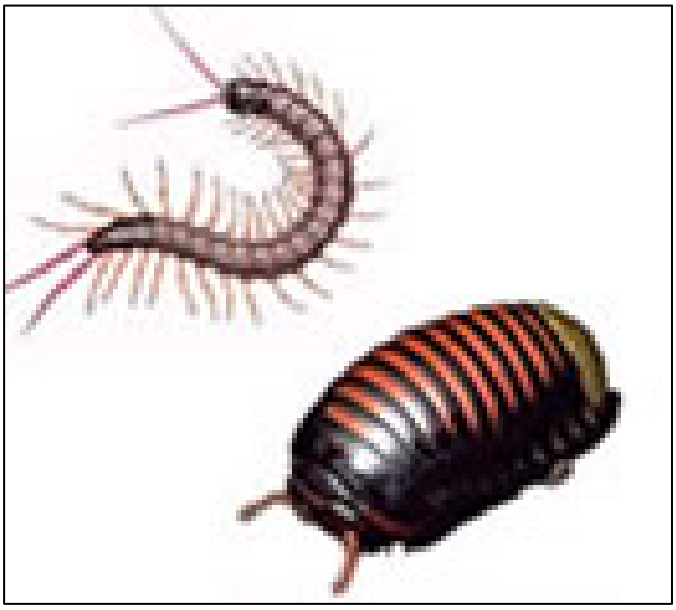


Figura 135. **Detritivore – acarieni şi miriapode**

Figura 136. **Colembola (sus) şi acarieni tip corn (tanc) jos**

Figura 137. **Bilă sugătoare ordinul Glomerida (*Glomeris marginata*)**

Figura 138. **Râma (*Lambricus terrestris*)** (foto autor)

Râmele, în unele țări cum ar fi Germania, landul Bayern, sunt special crescute pentru a putea fi plasate pe solurile mai puțin ecologice unde există probleme cu degradarea materiei organice.

În medie ele se găsesc în număr de 18-20/m^2 dar pot ajunge până la 50-120 buc./m^2. Pe solurile ecologizate ele trec prin tubul digestiv 18 t sol pe an pe care îl pun la dispoziție, structurat şi îmbunătățit în lianți organici energici şi hidrostabili. Ceea ce rezultă în urma acestui proces este un humus de nutriție care se poate degrada în continuare conform proceselor din figura 139.

În zona de pădure există un alt spectru de material organic. Dacă în zona de câmpie pentru activizarea detritivorelor se încorporează paie, coceni, tulpini de floarea-soarelui, tulpini de rapiță, culturi intermediare formate din diverse culturi şi destinate încorporării în sol, în zona pădurilor materia primă pentru microorganismele solului este formată dintr-un strat gros de frunze, crengi, rădăcini, fructe ale arborilor etc. Pentru aceasta, formarea humusului nutritiv beneficiază de un număr mare de detritivore, iar după ce materia organică a fost mărunțită (figura 140) intră în funcțiune ciupercile şi apoi bacteriile care conduc evoluția humusului spre durabilitate (figurile 141 şi 142).

Figura 139. **Humus de nutriţie generat de încorporarea în sol a materiei organice reziduale în zona Câmpiei Burnasului** (foto autor)

Figura 140. **Rezultatul activităţii detritivorelor în zona de pădure** (foto autor).

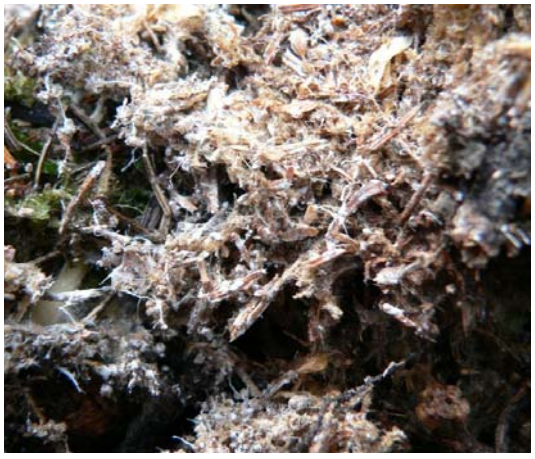


Figura 141. **Activitatea de degradare a resturilor organice este preluată de ciuperci şi bacterii. Evoluţia spre separare** (foto autor)

Figura 142. **Humus durabil heteropolicondensat sub pădure de conifere** (foto autor)

Activitatea detritivorelor continuă cu intervenţia ciupercilor şi a bacteriilor care realizează cel de-al doilea fenomen necesar humificării şi anume:

2) Faza separării moleculelor

Are loc apariția diferitelor legături organice, precursoare ale acizilor huminici sub influența dominantă a bacteriilor, protozoarelor şi ciupercilor. În pădurile noastre există numeroase ciuperci micoritice şi actinomicoritice (păduri de conifere) care, saprofite fiind degradează în faza inițială produsele semidescompuse, pe care apoi bacteriile le „stabilizează".

Faza separării este greu de demarcat de cea de mărunțire şi de cele mai multe ori, aşa cum se întâmplă în natură ele se interferează sau chiar se suprapun.O dată formate produsele de separare pot să se orienteze pe două direcții:

O parte din ele sunt preluate de microorganismele bacteriene şi transformate fie în produs de echilibru final (CO_2 + H_2O) ca urmare a fenomenului de respirație, sau transformate în alte forme anorganice (unele care sunt folosite în procesul de nutriție – oxizi de azot şi amoniacul) sau parțial organice (metan acetat) care se pierd în aer şi poluează. Ceea ce scapă mineralizării intră în procesul de humificare şi sunt transformate în acizi huminici.

Pe întreaga perioadă a transformărilor are loc o permanentă cedare de ioni către soluția solului. Factorii care determină atât calitatea mărunțirii cât şi cea a separării şi recombinării sunt de ordinul milioanelor, procesul în sine este foarte complicat şi determinat de fiecare locație în parte. Diversitatea proceselor este extrem de variabilă şi de aici şi variabilitatea enormă a produselor finale, şi mai ales a acizilor huminici.

7.2.1. Specificul degradărilor bacteriene

Prin mărunțirea de către detritivorele mari a materialului organic ajuns în sol se creează un mediu potrivit, accesibil diverselor microorganisme bacteriene care oferă un fel de material digestiv asemănător mediilor de nutriție folosite în laborator. Principalele molecule care fac obiectul digestiei sunt următoarele:

- hemiceluloze
- celuloze
- amidon
- proteine
- lignină
- cutină

Bacteriile eliberează în sol mai multe enzime care degradează macromoleculele în formele simple care au stat la baza construcției lor. De exemplu, polizaharidele (primele trei) sunt degradate până la nivel de zahăr şi glucoză, proteinele până la nivel de aminoacizi iar grăsimile sunt transformate în acizi graşi.

Polimerii complecşi ai ligninei sunt degradaţi în monopolimeri (aldehide, alcooli) şi substanţe aromatice, în etape, cu ajutorul unor enzime digestive eliberate în masa de reacţie de către hifele ciupercilor care populează solul. O anumită parte din produsele care sunt degradate sunt folosite de bacterii şi ciuperci pentru înmulţirea populaţiilor proprii ca şi pentru respiraţie. În felul acesta materia organică, iniţial moartă şi brută a revenit în sol în formă vie şi stabilă, care la rândul ei poate să moară şi să reintre în circuitul humusului şi al elementelor nutritive (figura 143).

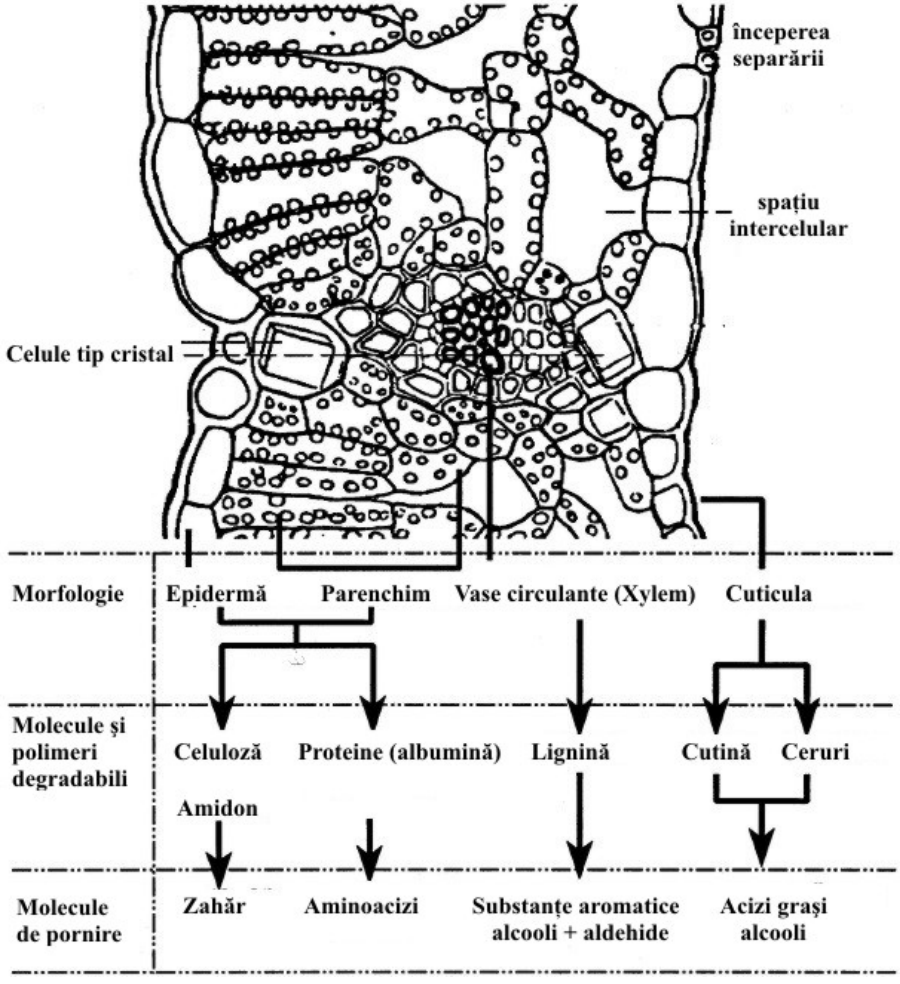


Figura 143. **Secţiune transversală prin frunza de stejar şi modul în care aceasta se degradează** (Michliech G., 2007)

În viziunea cercetătorilor de la Universitatea din Münster (http://hypersoil-uni-muenster.de) întregul proces de degradare şi humificare se poate derula în trei faze, şi anume:

1) Faza inițială biochimică. Se derulează fără modificări în exterior, fără degradări vizibile şi fără distrugerea celulelor. Reacțiile biochimice se derulează cu puțin timp înainte de moartea plantelor şi puțină vreme după moartea acestora (plante sau animale). În această fază au loc procese de oxidare şi hidroliză. La numeroase sortimente de materiale organice legăturile polimerice lungi, cum ar fi amidonul şi proteinele sunt transformate primele în zaharuri, ultimele în peptide şi uneori aminoacizi. Exterior se poate remarca acest lucru prin schimbarea culorii frunzelor sau a cadavrelor.

2) Faza mecanică de mărunțire. Prin muşcare, înțepare sau preluare în propriul organism şi eliminare parțială ca soluții, organismele din sol care alcătuiesc macro şi microfauna distrug țesuturile alcătuite din celule. Foarte active şi importante în această fază sunt râmele, enchytraidele şi diverse artropode (vezi şi figura 144) prezente şi active în sol (vezi şi figura 145).

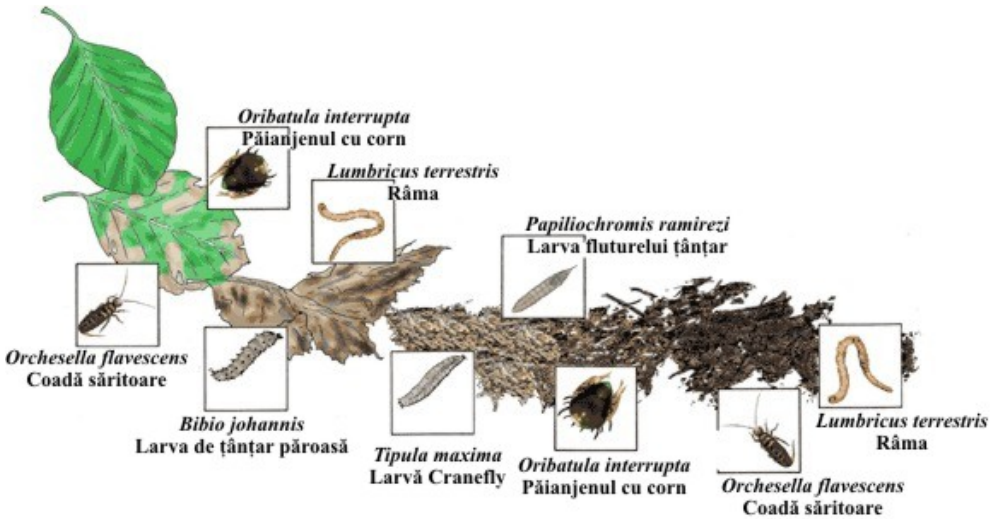


Figura 144. **Schemă naturală a degradării materiei organice în sol**
(Prelucrare după Helberg Rode – Gisi – 2004)

3) Faza microbiană de degradare şi transformare. Se desfăşoară heterotrof* şi saprofit**. Organismele şi microorganismele edafonului (vezi şi

* Heterotrof = extragerea carbonului din substanțe organice moarte şi folosirea lui pentru construcția propriului organism.

** Saprofit = inductor de putrefacție cu utilizare în hrană a biochimismului respectiv poate fi şi parțial anaerob.

figura 145) distrug legăturile organice prin separarea lor enzimatică în produsele chimice din care au fost constituite. Vechile organisme saprofitate servesc deci ca energie şi material de construcţie pentru detritivore, bacterii şi ciuperci[***] etc.

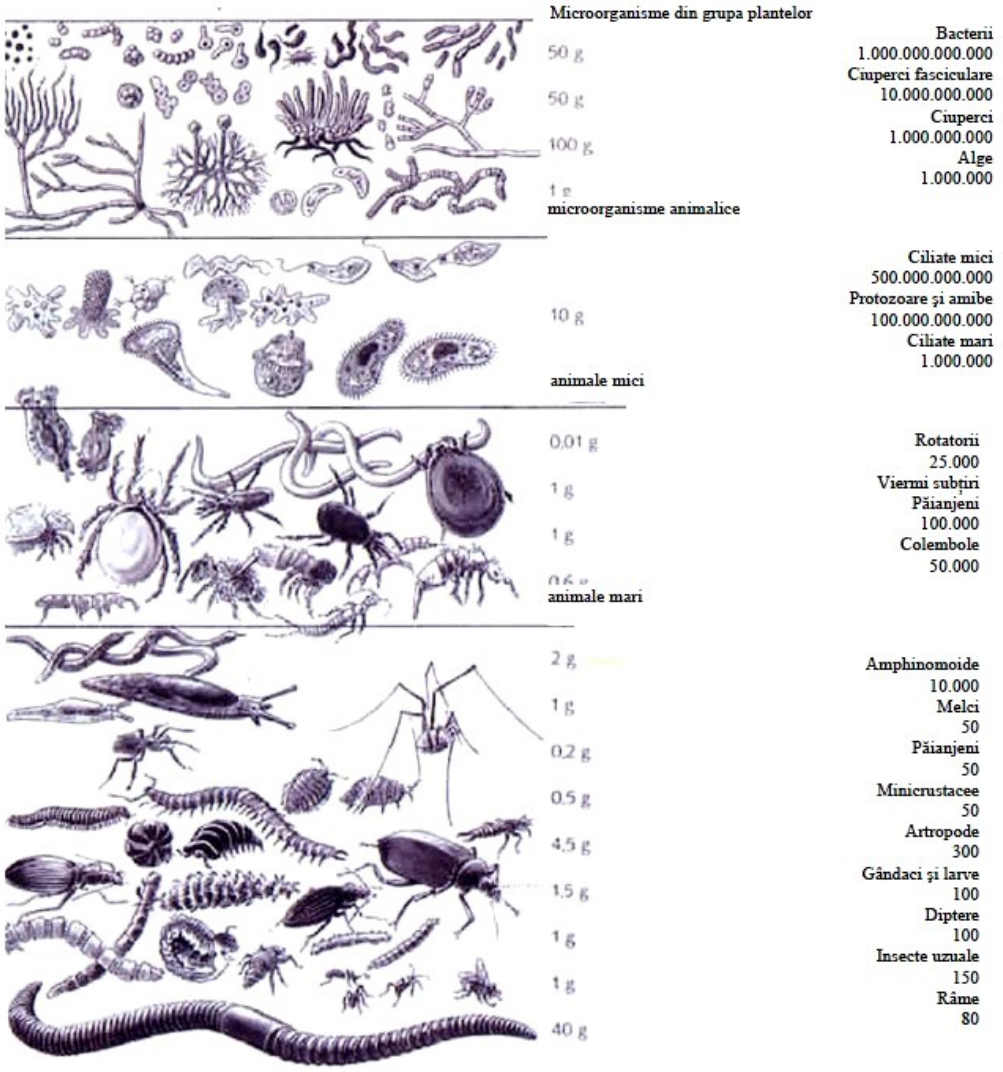


Figura 145. **Organisme întâlnite în sol pe o suprafaţă de 1 m^2 în stratul superior de 30 cm.** Grafică: Erhard Poßin (în Jedicke. R., 1989; Boden-Anstehung, Oekologie, Schulz Rovensburg; O. Meier, p. 68)

[***] Unii autori consideră ciupercile şi bacteriile ca făcând şi ele parte din detritivore. Cei mai mulţi sunt de acord că detritivorele se ocupă de degradarea fizică a MOS.

O parte din materialul în degradare, aşa cum am arătat mai sus, este utilizat în procesele de respiraţie. Are loc o oxidare biotică, prin care molecule hidrocarbonate cedează carbon (C), oxigen (O) şi hidrogen (H), cu eliberare de CO_2, H_2O şi mici legături anorganice (NH^+_4, PO^{2-}_4, NO^-_2, NO^-_3). Întregul proces este denumit **mineralizare**. Dacă procesul se desfăşoară anaerob avem de-a face şi cu procesul biochimic denumit putrezire. În condiţii parţial aerobe are loc şi formarea humusului durabil prin recombinări multiple. Intensitatea proceselor de degradare se corelează cu constelaţia factorilor locali şi cu calitatea şi cantitatea mediului nutritiv oferit de biomasa în descompunere. Procesele se desfăşoară optim, la umiditate medie, aerisire medie a solului, temperaturi optime şi reacţii neutre sau slab alcaline ale solului.

Toate sau aproape toate organismele solului acţionează împreună. Dacă o frunză cade pe sol şi trebuie transformată fiecare specie îşi are rolul său în acest sistem foarte complex şi dinamic de metamorfozare. Unele joacă un rol de vedete.

Printre ele se numără păianjenul cu corn (*Oribatula interrupta*), care are o mare capacitate de masticare. El, deşi este mic – 0,2-1 mm, ridică şi transportă greutăţi de 1400 ori mai mari decât propria sa greutate.

Râmele sunt vedetele vedetelor în sol pentru că ele digeră şi transformă tot ce rămâne nedigerat de la celelalte detritivore. În final din frunză nu mai rămâne nimic din forma şi conţinutul iniţial. Totul e pentru humus şi elemente de nutriţie, CO_2 şi H_2O.

7.2.2. Microorganismele din sol

S-a spus deja că biodiversitatea microorganismelor din sol, în funcţie de calitatea lui poate să fie foarte mare sau poate să lipsească complet. În acest ultim caz noţiunea de humus şi sol dispare.

Gisi şi colab. (1997, p. 62 şi 74) oferă un tablou aproape complet asupra numărului şi greutăţii diferitelor forme ale vieţii vii din sol.

Putem afirma că datele prelucrate de noi după Gisi şi colab., ca şi după alţi autori, arată că pentru media solurilor europene în care sunt incluse şi solurile naturale dispun de o masă biologică în sol de 2,75 t (faţă de cele 3 estimate de Raggam). Din aceasta, peste 2 t sunt reprezentate de microfloră (circa 73%). O asemenea cantitate de microorganisme este insuficientă pentru stoparea degradării solurilor şi pierderea humusului. Aici procesele aerobe domină pe cele anaerobe, humusul serveşte mai mult nutriţiei plantelor decât conservării apei iar poluarea cu CO_2 continuă peste măsură. Există însă şi soluri optime din punct de vedere ecologic, în care cantitatea de biomasă a solului este de aproape 27 t, adică aproape de evaluările lui Raggam care estima că acum 60 de ani aveam 30 t biomasă în toate solurile, motiv pentru

care în mai toate solurile Europei şi ale lumii cantitatea medie de humus depăşea 12% din care 6-7% era deja humus durabil, heteropolicondensat. Aceasta este ținta spre care e necesar să revenim cât mai repede posibil.

Tabelul 15

Numărul şi greutatea diferitelor forme de viață pentru solurile Europei, găsite într-un gram de sol. Date estimate pentru 1 m^2 şi o adâncime de 20 cm, acolo unde se află majoritatea bacteriilor

(Prelucrare după Gisi şi colab., 1997)

Nr. crt.	Organisme în sol	Nr. indivizi/m^2		Biomasa			
				g/ m^2		kg/ha	
		medie	*optim*	*medie*	*optim*	*medie*	*optim*
	MICROFLORĂ						
1	Bacterii	10^{12}	10^{15}	50	500	50	5000
2	Actinomicete	10^{12}	10^{13}	50	500	50	5000
3	Ciuperci	10^{12}	10^{15}	100	1000	100	10.000
4	Alge	10^{6}	10^{10}	1	15	10	1500
	MICROFAUNA						
5	Flagelate	$0,5 \times 10^{12}$	10^{12}	10	100	100	1000
6	Rhizopode	10^{11}	$0,5 \times 10^{12}$				
7	Ciliate	10^{6}	10^{8}				
	MESOFAUNA						
8	Rotatoria	$2,5 \times 10^{4}$	2×10^{5}	0,01	0,3	0,1	3
9	Nematoda	10^{6}	6×10^{6}	1	20	10	200
10	Acarina (păianjeni)	10^{5}	4×10^{5}	1	10	10	100
11	Colembole	5×10^{4}	4×10^{5}	0,6	10	6	100
	MACROFAUNA						
12	Enchitraide (a)	10^{4}	2×10^{5}	2	26	20	260
13	Gastropode (a)	50	1000	1	30	10	300
14	Aranee (a)	50	200	0,2	1	2	10
15	Isopode (a)	50	200	0,5	1,5	5	15
16	Diplopodere	150	500	4	8	40	80
17	Chilopode	50	300	0,4	2	4	20
18	Myriapodee (a)	100	2000	0,05	1	0,5	10
19	Coleoptere (a)	100	600	1,5	20	15	200
20	Diptere (a)	100	1000	1,0	10	10	100
21	**Alte insecte**	150	15.000	1,0	15	10	150
	MEGAFAUNA						
22	Lumbricide (ea) - râmele	80	800	40	400	400	4000
23	Vertebrate	0,0001	0,1	0,1	10	1	100
Total greutate viaţă în sol (20 cm adâncime)						**2751,1**	**26.798**
						9,7 ori	

7.3. DESPRE DEGRADAREA MATERIEI ORGANICE

Gisi este acela care (1987) a demonstrat că degradarea materiei organice moarte, mineralizarea ei sau transformarea în humus se face diferit şi în funcţie de calitatea şi complexitatea chimică a materiei prime (figura 146).

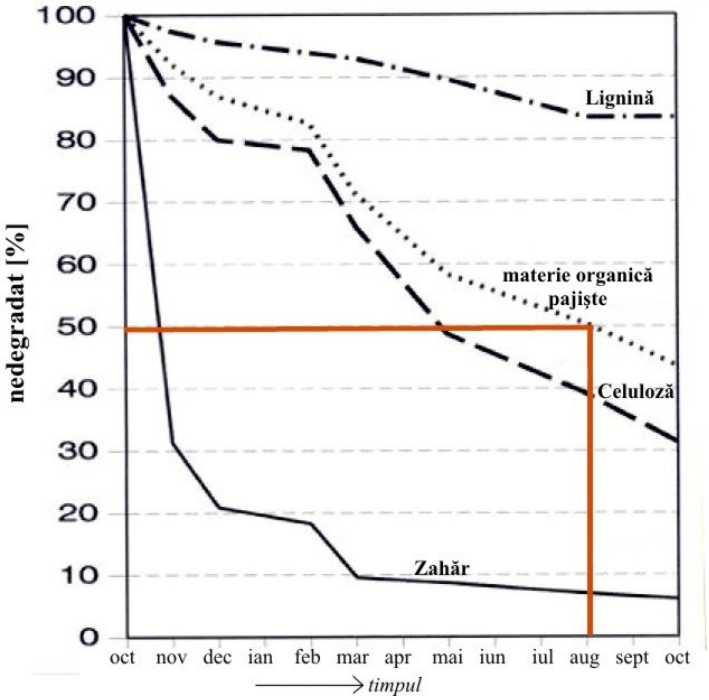


Figura 146. **Degradarea materiei organice în funcţie de compoziţia ei biochimică** (**Sursa:** Gisi şi colab., 1987)

Zahărul (mono + dizaharide) se lasă cel mai uşor degradat în sol pentru că microflora, îndeosebi, are nevoie de el pentru respiraţie. Bacteriile lucrează economic şi folosesc cu prioritate materiile prime care solicită mai puţină energie. Celuloza care necesită mai întâi o transformare în zaharuri simple se degradează mai încet şi necesită o mai lungă perioadă de transformare.

Lignina, un polimer natural mult mai complex după primul an de prezenţă în sol rămâne încă nedegradată în procent de 80%. Materialul organic poate fi mai repede degradat în condiţii de sol neutru, umiditate medie (60-80% I.U.A.) şi temperaturi de 24-28^{o}C. Materialul organic de pe pajiştile acide (vezi figura 146) se degradează greu, iar în condiţii de umiditate excesivă evoluează spre turbării.

În condiţii de pădure degradarea materiei organice este influenţată pozitiv de raportul C/N din resturi şi de aciditatea solului (figura 147). Cu cât

raportul C/N se reduce, cu atât degradarea şi transformarea materiei organice este mai rapidă. Aciditatea redusă influenţează, de asemenea, negativ degradarea. Pe de altă parte, transformarea este mai dificilă în prima parte a procesului şi se accelerează spre sfârşitul ei.

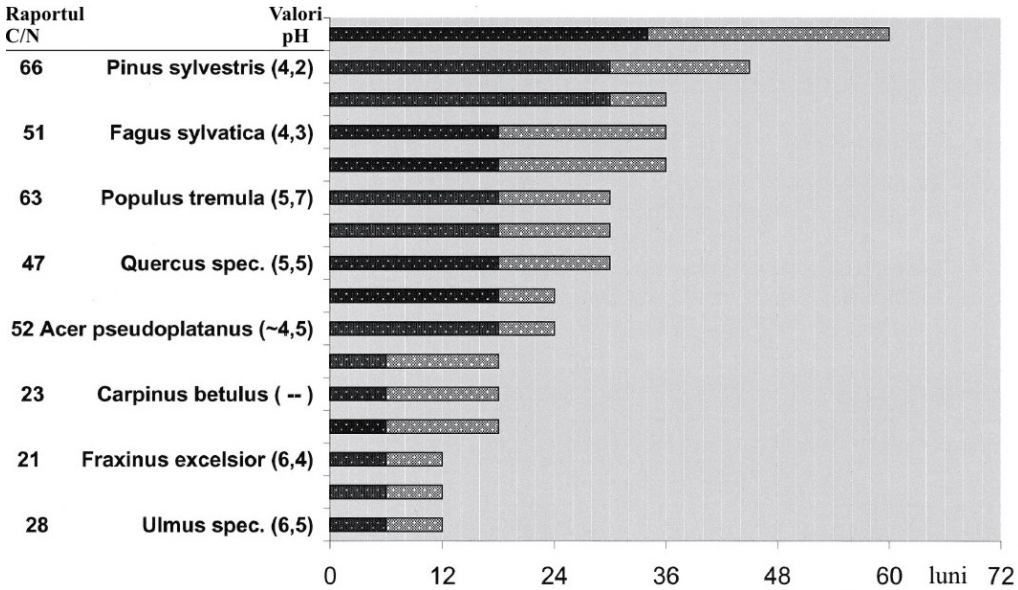


Figura 147. **Degradarea materiei organice pe solurile mediu brune de pădure** (**Sursa:** Carli Anton şi colab., 2002)

Durata medie a degradării şi transformării diferitelor forme de biomasă (frunze şi resturi lemnoase de specii cu frunza altă şi răşinoase) în funcţie de raportul C/N şi aciditatea solului.

Culoarea închisă = degradare lentă.

Culoare deschisă = degradare rapidă.

Din cauza conţinutului ridicat de răşini şi taninuri, unele specii cum ar fi răşinoasele, dar şi fagul, au o degradare care poate ajunge şi la 6 ani (G. Leitner, 2005).

Solurile cultivate sunt foarte sărace în humus, acesta rareori trecând de 3% în Europa. Este, de asemenea, sărac în azot, motiv pentru care tentaţia de a se aplica azot pentru degradarea paielor şi a cocenilor de porumb este foarte mare. Pentru soluri în care cantitatea de azot din sol la recoltarea grâului este sub 2% pentru paiele de grâu. Uniunea Europeană a permis aplicarea unor cantităţi mici de azot compensatoriu. Raportul C:H la paiele de grâu = 80/1. Dimpotrivă, în cazul cocenilor, dat fiind un raport C/N = 50 mai convenabil,

aplicarea azotului compensatoriu nu este permisă şi nici necesară (Stodler C., 2006, Hider Rald şi colab., 2007).

În solurile României, mai ales dacă acestea au o stare ecologică cel puțin mediocră, există în sol suficient azot pentru a asigura microorganismelor o degradare naturală normală a paielor. Adaosul de azot ar putea fi disponibil numai pentru spălări, în emisarii naturali sau penetrării spre apele freatice, provocând poluare.

Să nu uităm că raportul optim pentru degradarea substanțelor organice este de 30:1 şi că azotul venind din două părți (resturi + sol), în general realizează acest raport. Procesele naturale în niciun caz nu trebuie forțate cu substanțe chimice.

Fără îndoială că în absența azotului, acumularea materiei organice necesară humificării nu ar fi posibilă.

Hülsbergern K.J. (2007) a stabilit o corelație semnificativă între conținutul de azot din sol şi cel de carbon (figura 148). Rezultatele din figura de mai jos sunt urmarea a 30 de ani de cercetări cuprinzând 64 parcele, cu sisteme diferite de îngrăşare organică. Rezultatele au putut fi demonstrate şi în propriile noastre cercetări ce urmează a fi publicate în curând.

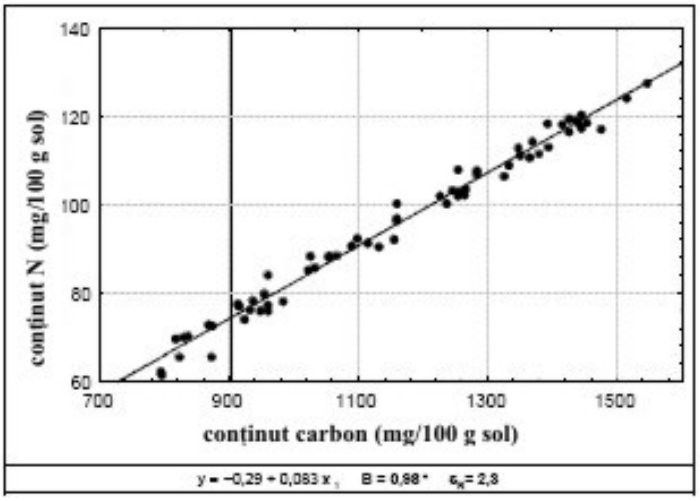


Figura 148. **Corelaţia dintre conţinutul în azot al solului şi conţinutul în carbon organic** (**Sursa:** Hülsbergern K.J., 2007)

În afară însă de îngrăşarea organică, raportul C:N şi îmbunătățirea cantității de humus din sol poate fi realizată şi prin alte verigi tehnologice, printre care şi asolamentul. Acelaşi Hülsbergern demonstrează afirmația noastră în figura 149.

Plantele care alcătuiesc asolamentul acționează asupra conținutului de carbon prin două direcții:

1) Sistemul radicular, care este foarte dezvoltat, acumulează în sol mai mult carbon (vezi cazul plantei intermediare Facellia).

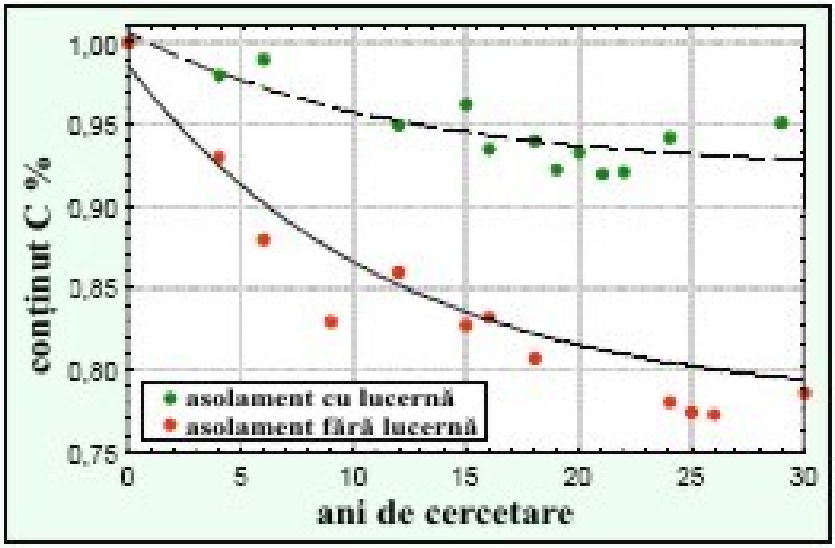


Figura 149. **Acumularea carbonului organic şi deci a humusului în sol, în funcție de asolament. Se compară asolament cu 40% lucernă sau trifoi cu cel fără leguminoase furajere**

2) Prin specificul fixării fiziologice a azotului care, aşa cum am arătat mai sus, se corelează pozitiv cu acumularea de carbon.

Totodată, asolamentele cu plante amelioratoare perene permit solului să-şi găsească odihna şi să-şi reconstruiască energiile naturale (figura 149, semănat cu lucernă).

Lucrările solului pot influența la rândul lor activitatea de degradare a materiei organice, prin directa influență asupra organismelor solului (tabelul 16).

Efectuarea lucrării de arat, deşi practicată atât de mult, s-a dovedit că în timp a modificat însuşirile naturale ale solului, şi prin aerisire şi introducerea în sol a unei cantități mari de oxigen a accelerat arderea humusului şi reducerea populațiilor benefice din edafonul solului. Revenirea la modele naturale de practicare a agriculturii, nederanjarea formei naturale a solului se poate practica prin sistemul special de conservare în care mulciul mort şi viu are o importanță deosebită, la fel ca şi semănatul direct fără arătură. Avantajele arăturii, legate mai ales de combaterea unor dăunători şi boli, pot fi compensate prin sistemele naturale de control.

Tabelul 16

Modificarea în bine a densității populațiilor ditritivore din sol prin renunțarea la lucrarea de arat (%)

Lucrări / Specie	Arat	Conservare I	Conservare II	Semănat direct
Râme	100,0	198	228	513
Miriapode	100,0	173	167	185
Colembole	100,0	175	185	141
Păianjeni	100,0	139	140	115
Anchitraide	100,0	83	120	87

7.4. DERULAREA PROCESELOR DE HUMIFICARE

Căi practice de reconstrucție a humusului

Prin humificare se înțelege sinteza naturală de bază a substanțelor care alcătuiesc humusul solului. Specificăm sol pentru că azi există o anumită producție de humus ce se desfăşoară în afara solului şi care se acumulează impropriu sub denumirea de „humus". Niciodată humusul sau substanțele huminice obținute prin compostare în afara solului nu vor atinge complexitatea şi proprietățile celor care sunt sintetizate în sol. Pentru ca humificarea să aibă loc este necesar să fie derulate celelalte două procese ale degradării materiei organice, şi anume: mineralizarea şi separarea moleculelor organice complexe precum hidrați de carbon, lignină, proteine şi alte complexe organice cu azot, grăsimi, ceruri şi substanțe aromatice policiclice în produse organice cu molecule simple care constituie baza de pornire în sintezele organice, inclusiv în creşterea şi dezvoltarea plantelor şi animalelor. Repetăm, este vorba de: monozaharide, peptide, aminoacizi, fenoli, acizi graşi etc.

Dacă ne reamintim aceste etape de degradare, atunci figura 150 este uşor de înțeles pentru că:

– Liniile roşii indică o mineralizare completă a materialelor organice moarte, cu formarea de produse de echilibru final ce intră în circuitul nutriției plantelor, dar şi al microorganismelor care participă la degradare.

– Tipul de sol, bogăția în biomasă şi condițiile climatice influențează în ecosistemele naturale, în mod pozitiv procesele de humificare, în timp ce în ecosistemele agricole, mai ales lucrările clasice ale solului dar şi intervenția cu chimicale de sinteză, favorizează predominant procesul de mineralizare, cu eliberarea de mult CO_2, care contribuie direct la procesul modificărilor climatice.

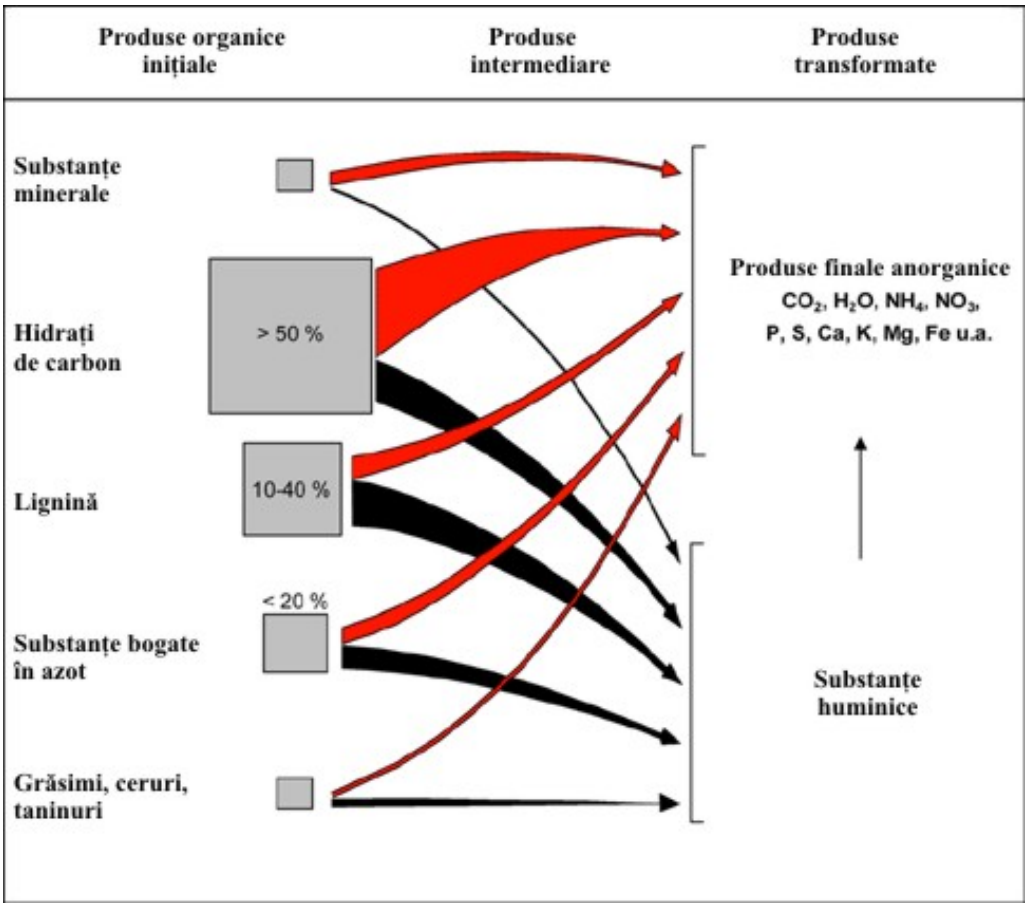


Figura 150. **Rezultatele activităţii de degradare a materiei organice în sol sunt dirijate pe două direcţii (mineralizare – roşu) şi humificare (negru).**
(**Sursa:** Schroder D., 1992)

Humificarea începe prin recombinarea moleculelor organice simple mai sus prezentate, succesiv până la atingerea unor polimeri înalți, amorfi, de culoare închisă. Aceşti polimeri înalți sunt de tipul legăturilor aromatice cu un nucleu de tip benzolic care apare în procesul degradării, în special din lignină. Acesta se leagă apoi cu molecule intermediare rezultate prin descompunerea proteinelor şi celulozei (figura 150). Substanțele huminice, aşa cum am mai spus, au o structură chimică extrem de complicată şi variabilă. Principiul de bază al formării moleculelor mari este acela al pornirii de la un nucleu existent, iar acesta este un benzol substituit (a) din figura 151, hidrocarburi aromatice de tip „bi" şi „policiclice" (b) şi legături aromatice heterociclice (c) legate între ele

prin „punți". Nucleul deține principalele grupe funcționale şi care, în principal sunt cele care determină însuşirile substanțelor huminice (d) (vezi figura 152).

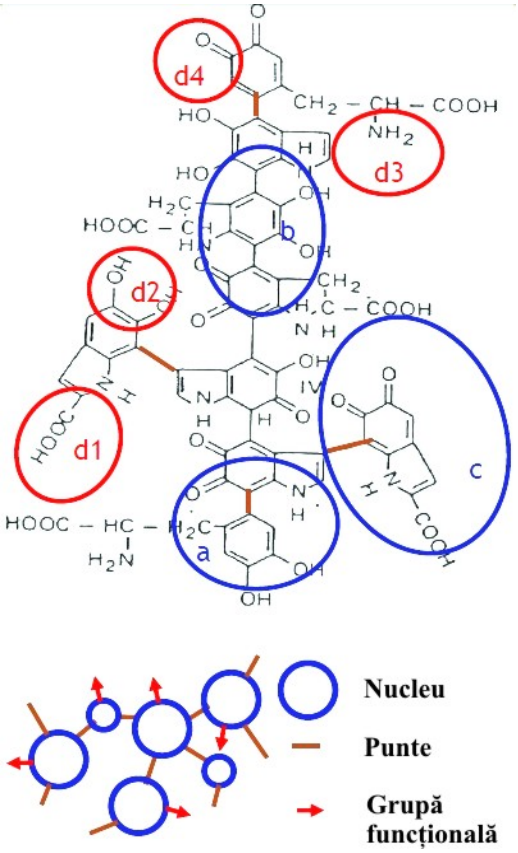


Figura 151. **O secvenţă ipotetică privind schema unei molecule huminice** (**Sursa:** Miehlich G., 2007)

În moleculele huminice este depozitată multă apă şi prin punțile de hidrogen ele pot forma cu coloizii minerali (argilă), adevărate complexe organo-minerale. În condiții de soluri neutre şi uşor acide, bacteriile şi animalele solului participă energic la formarea acizilor huminici (heterocondensare biocatalitică). În condițiile solurilor acide, formarea humusului este considerată un proces predominant abiotic, însă cu participarea ciupercilor.

Importanța grupelor funcționale ale substanțelor huminice este foarte mare. Ele ocupă legăturile atomice polare. Este locația în care substanțele huminice intră în reacții de schimb cu substanțe solide sau cu ionii soluției

solului. Cele mai importante grupe funcţionale ale substanţelor huminice sunt (vezi şi figura 152):

- grupările carboxil (- COOH) (D1)
- grupările hidroxifenolice şi alcoolice (- OH) (d2)
- grupările aminice (- NH_2) (d3)
- grupările carbonyl (> C = O) (d4)

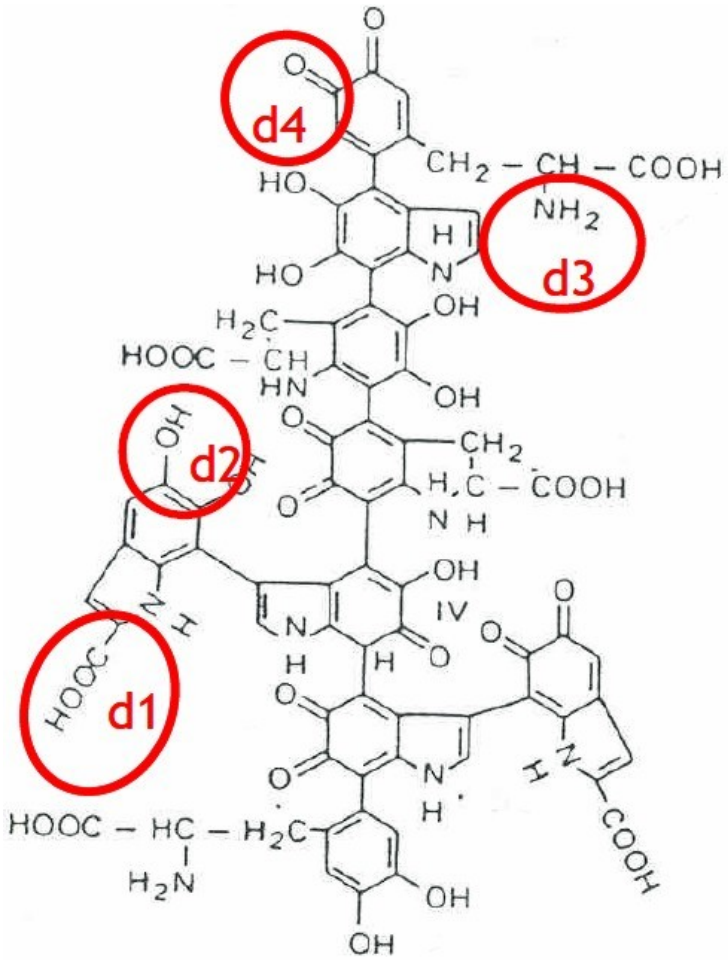


Figura 152. **Grupele funcţionale în cadrul moleculei huminice şi importanţa lor** (**Sursa:** Miehlich G., 2007)

Grupările funcţionale ale substanţelor huminice acţionează ca acizi sau baze (tamponare chimică), ca schimbătoare de anioni şi cationi (adsorbţie nespecifică) şi adsorbant specific pentru substanţe nutritive şi dăunătoare.

O formă de reacție simplificată a grupării carboxil este următoarea:

$$R - COOH \rightleftharpoons R - COO^{-}{}_{+}H^{+}$$

în care: R = rest organic.

Aceasta presupune că o parte din grupările carboxil se disociază şi formează sarcini negative de schimb ⁻ şi acizi H^{+}.

7.5. UNELE ÎNSUŞIRI ALE ACIZILOR HUMINICI

Însuşirile fizico-chimice ale humusului determină la rândul lor însuşirile solului, acesta din urmă fiind cu atât mai valoros cu cât mai mare este conținutul şi calitatea humusului pe care îl conține.

Am spus mai sus că substanțele care alcătuiesc humusul sunt polimeri amorfi organici coloidali cu dimensiuni sub 2 µm, cu o suprafață specifică extrem de mare, capabilă să înmagazineze cantități mari de apă şi ioni, în mod ireversibil. În această formă pe lângă capacitatea mare de reținere ionică substanțele huminice au şi o mare capacitate de legare a particulelor de sol în agregate şi de formare a arhitecturii, respectiv structurii solului (vezi figurile 153, 154, 155).

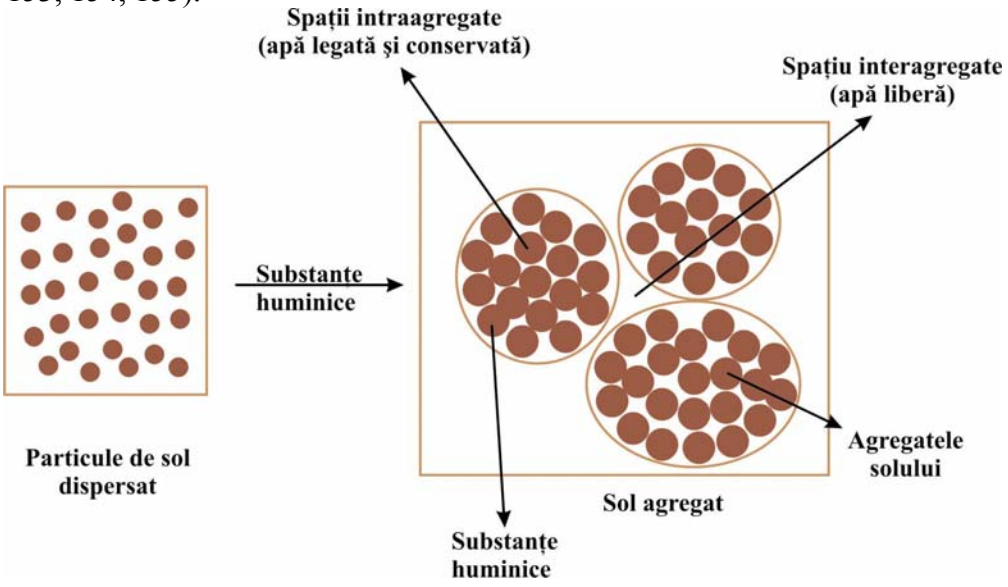


Figura 153. **Substanţele huminice contribuie decisiv la formarea structurii solului şi a hidrosolubilităţii ei** (viziune autor)

Figura 154. **Formaţiuni structurale obţinute prin agregarea complexului argilo-huminic pe un sol cernoziomic din Câmpia Burnasului sub cultura de cereale păioase. Solul este bine ecologizat. Sunt vizibile hifele ciupercilor obţinute printr-o micorizare controlată** (foto autor)

Figura 155. **Sol agregat, structurat, obţinut prin acţiunea comună a acizilor fulvici şi huminici pe un sol brun de pădure din Valea Doftanei. Agregatele sunt de tip prismatic. Râmele şi-au adus o contribuţie esenţială** (foto autor)

Culoarea închisă a substanţelor huminice joacă un rol important în bilanţul căldurii din sol şi de la suprafaţa lui.

Tabelul 17

Principalele însuşiri ale substanţelor huminice
(**Sursa:** http://hypersoil-uni-muenster.de)

Substanţa huminică / Însuşirea	Acizi fulvici	Acizi huminici	Humine
Gradul de polimerizare	mică	mare, coloide sferice	mare [1)]
Greutate moleculară	2000 - 9000	5000 – 100.000	necunoscute
Conţinut în carbon, %	48	55	58
Conţinut în azot, %	0,5 – 2,5	4 - 5	5 - 8
Aciditatea	puternică	medie	slabă
CSC* [Cmol (+) / kg]	300 - 320	380 - 480	370
Legarea cu argila	redusă	medie	înaltă
Stabilitatea	redusă	medie	înaltă
Mobilitatea	puternică	medie	foarte redusă
Tipuri de soluri	Podzoluri, turbării	cernoziomuri negre şi brune	peste tot (în toate solurile)
Formarea de humus	humus brut	Humus stabil	

[1)] Produse în solurile minerale, cu activitate biologică redusă, sub formă de resturi de plante puţin humificate, care nu se pot lega de argilă.
* CSC = capacitate de schimb cationic [Cmol (+) / kg].

Observând datele din tabel constatăm că avem de a face cu trei categorii de substanţe huminice, şi anume:

Acizii fulvici: specifici solurilor acide şi a căror însuşire principală este marea lor solubilitate (DOM = dissolved organic matter). Are o foarte mare capacitate de schimb cationic, acţionează în mediu acid şi leagă bine cationii metalici. Pe solurile din România sunt bine cunoscute legăturile pe care acestea le fac cu ionii de aluminiu pe solurile podzolice.

Acizii huminici: se găsesc cel mai adesea în humusul solid, durabil (SOM = solid Organic Matter). Macromoleculele puternic colorate în brun-negru sunt uşor acide. Capacitatea de schimb cationic pentru metale este mai mică decât în cazul acizilor fulvici. Capacitatea de a se lega de mineralele argiloase este cu mult mai mare.

Huminele: Sunt, de regulă, substanţe humice foarte vechi, foarte greu de degradat şi care nu formează, sau formează foarte greu complexe organo-minerale.

Dinamica formării substanţelor huminice, aşa cum s-a arătat în paginile anterioare, este foarte mult influenţată de materialul organic supus descompunerii şi factorii de mediu. În fiecare fază a degradării în aer se elimină dioxid de carbon care contribuie la mărirea rezervei acestuia în atmosferă. Dacă materialul organic este abundent lignocelulozic şi cantitatea de azot din sol se găseşte în cel puţin 20 kg/ha, atunci degradarea poate avea loc în decursul unui an prin reducerea masei organice de aproape 15 ori (figura 156).

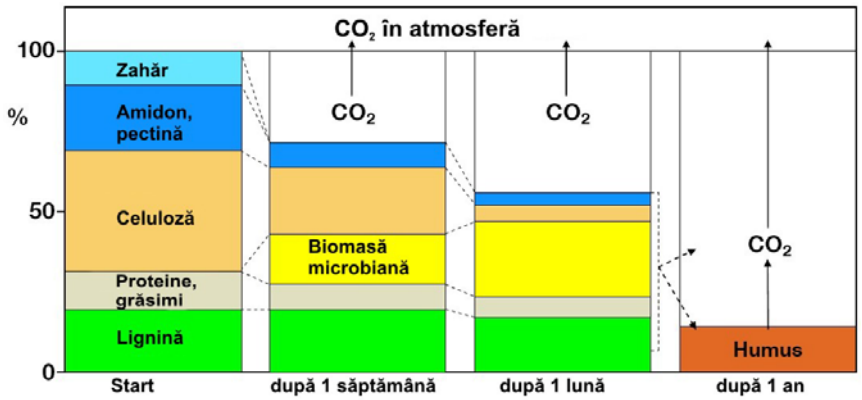


Figura 156. **Procesul de humificare a lignocelulozelor în sol** (**Sursa:** Haider, 1996)

O dată cu formarea humusului prin procesul de heteropolicondensare devine posibilă şi formarea marilor complexe argilo-humice care oferă o foarte mare stabilitate sistemului de schimb şi de conservare, mai ales a apei (figura 157).

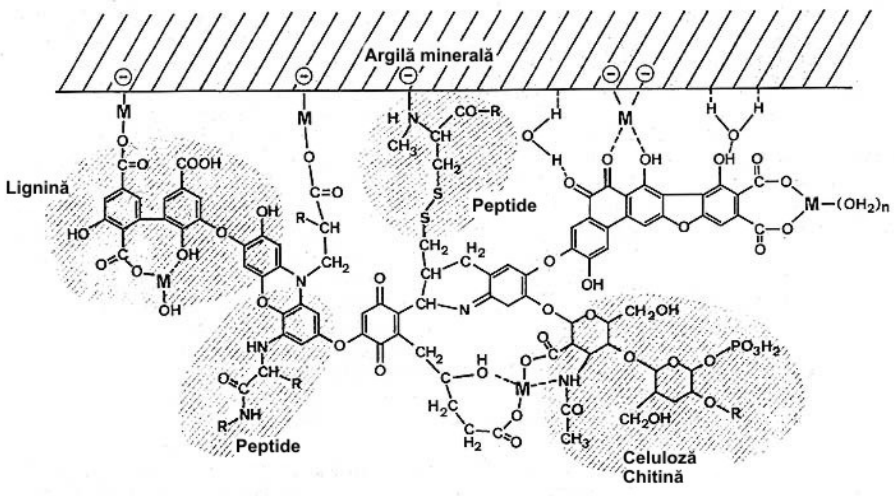


Figura 157. **Un model desenat al unui complex argilo-mineral**
(După Scheffer – Schachtschobel – Uni Zürich)

Legăturile între coloizii de argilă ca material mineral şi substanţele huminice ca material organic se face prin intermediul metalelor în cazul acizilor fulvici şi cu ajutorul punţilor de hidrogen în cazul acizilor huminici. Schimburile de electroni sunt de asemenea prezente.

Complexele argilo-humice măresc considerabil suprafeţele de absorbţie ale solului şi reţin de la degradare cel puţin pentru o perioadă de timp importantele substanţe huminice. Pe solurile nisipoase sau nisipo-lutoase, lipsa unui complex argilo-humic de amploare şi stabil conduce la degradarea rapidă a materiei organice până la produse de echilibru final, ceea ce conduce la gestionarea dificilă a materiei organice în soluri.

7.6. DETERMINAREA HUMUSULUI ŞI BILANŢUL LUI ÎN SOL

Pentru determinarea cantităţii de humus din sol este bine să cunoaştem următoarele:

1. Masa de humus se determină relativ uşor, dar nu întotdeauna ea este cea care ne oferă şi potenţialul de biofertilitate al solului.

2. De cele mai multe ori humusul se determină prin măsurarea carbonului organic C, iar cantitatea de humus

Humus = C_{org} x 1,724

Măsurarea carbonului se determină prin arderea acestuia într-un creuzet special, la o temperatură de peste 200^{o}C. Se iau în considerare următoarele date:

G_1 = greutatea creuzetului gol
G_2 = greutatea creuzetului cu sol
G_3 = greutatea creuzetului după ardere completă a humusului.

Formula de calcul a humusului devine:

$$H = \frac{G3 - G1}{G2 - G1} x1{,}724x100$$

Ex: G1 = 50 g
G2 = 100 g
G3 = 53 g

atunci Humus% = $\frac{55 - 53}{100 - 50} = \frac{2}{50} x100x1{,}724 = 6{,}89\%$

Pentru determinarea humusului pot fi însă utilizate şi scări calorimetrice. În acest sens reproducem după Enciclopedia liberă Wikipedia una dintre ele. Ele sunt însă cu mult mai multe.

Pentru solurile cu dezvoltare normală din centrul Europei întâlnim şi o altă clasificare, şi anume:

Pentru soluri nisipoase:	Cenuşiu deschis	< 1%	foarte sărac în humus
	Cenuşiu	1%	sărac în humus
	Cenuşiu închis	1-2%	conţine humus
	Cenuşiu-negru	2-4%	humos
	negru	4-8%	bogat în humus

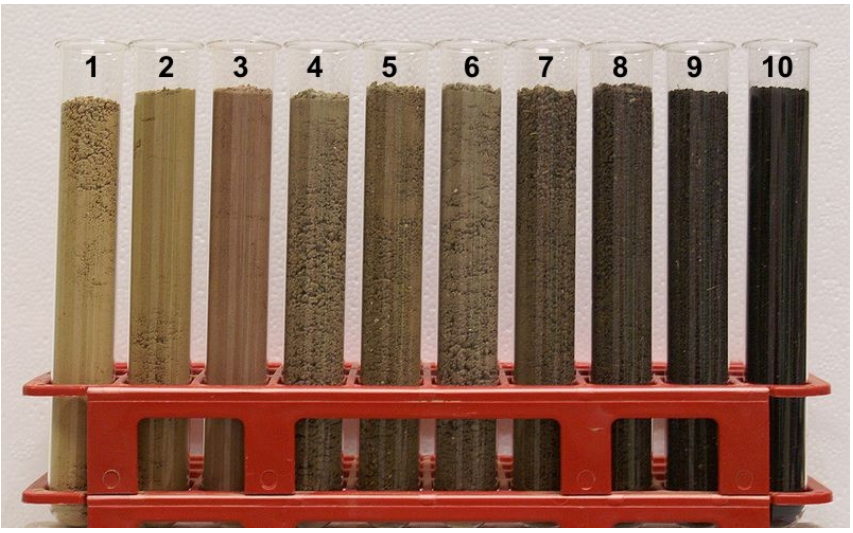


Figura 158. **Determinarea calorimetrică a conţinutului de humus în sol.** Preluat după Wikipedia

1 = 0,7 % ⎫ Soluri scheletice şi nisipoase
2 = 1,7% ⎭
3 = 3,1% Sol lutos
4 = 5,4% ⎫
5 = 6,5% Luto-argiloase sau argiloase
6 = 7,9%
7 = 9,9%
8 = 12,5% ⎭
9 = 21,4% ⎫ Turbărie
10 = 84,0% ⎭

Soluri lutoase şi luto-argiloase-argiloase	Cenuşiu deschis	1%	sărac în humus
	Cenuşiu	1-2%	conţine humus
	Cenuşiu închis	2-4%	humos
	Cenuşiu-negru	4-8%	bogat în humus
	Negru	8-15%	foarte bogat în humus

Determinările privind calitatea humusului pot fi făcute separat sau concomitent cu cele cantitative şi ele îşi propun să stabilească:

- cantitatea de apă ce poate fi reținută;
- cantitatea de schimb cationic şi anionic;
- capacitatea de a forma structura solului;
- capacitatea de a rezista fenomenului de degradare (valabil mai ales pentru humus durabil – condensat).

Aparatura cu care se fac asemenea determinări astăzi este foarte diversă şi are la bază filtrarea, titrarea şi spectrofotometria.

7.7. BILANŢUL HUMUSULUI ÎN SOL

Viziunea noastră privind bilanțul humusului în sol este alta decât cea prezentată de cercetătorii din vestul Europei. Dacă în zonele noastre, mai ales cele de stepă, prin humus înțelegem acea parte heteropolicondensată şi stabilă a materiei organice, colegii din vestul Europei înțeleg, în general, prin humus cantitatea întreagă de materie organică existentă la un moment dat în sol şi exprimată îndeosebi sub formă de conținut în carbon organic pentru comparație. În acest din urmă caz, funcția principală a humusului constă în oferta generoasă pentru elemente de nutriție, atât pentru microorganisme cât şi pentru plante şi, bineînțeles, serveşte pentru o perioadă de timp scurt şi ca depozitare pentru primele două funcții. Uniunea Europeană nu evaluează humusul din sol după conținutul lui în substanțe huminice ci după cel în carbon. Şi prin bilanț înțelegem mereu acelaşi lucru. Compararea intrărilor cu ieşirile însoțite apoi de corecturile tehnologice necesare pentru a se putea încasa de către agricultori prima pe suprafețe. Din această cauză bilanțurile se fac anual.

Considerând însă că un sol agricol are pe adâncimea de 0,3 m 5% humus, atunci cantitatea totală de humus la hectar este:

Total humus/ha = 0,3 x 10.000 m = 3000 m^3 x 1,42 g_s = 4260 tone sol
4260 to sol x 0,05 humus ≈ 213 to humus
(g_s = greutate specifică).

Conform normelor U.E. acest humus ca SOLD nu trebuie să scadă mai mult de 70 kg/ha (- 70 kg) şi să varieze în medie pe 3 ani între – 70 şi + 125 kg/ha exprimat în C adică (- 70 x 1,724) → (+ 125 x 1,724) = [-120 → + 215 kg] ca materie organică degradabilă.

Consumul de humus este diferit de la o zonă la alta şi el depinde de culturi, climă şi textura solului. Este zonal calculat de cercetători. Câteva exemple:

Reducerea conţinutului în humus în Bayern, în cazul cultivării câtorva plante de cultură este următoarea:

- sfecla → – 760 kg/ha
- porumb boabe → – 560 kg/ha
- orz bere → – 280 kg/ha
- grâu → – 280 kg/ha
- leguminoase perene din al doilea an → + 600 kg/ha
- legume frunze → – 760 kg/ha
- culturi intermediare → + 80 – 200 kg/ha

Utilizând un program „Liz – humus bilanţ" care rulează în Bayern pentru ţăranii locali, şi presupunând că avem o fermă de 200 ha, împărţită într-un asolament de 4 ani în parcele x 50 ha, cultivate cu:

- cereale 50 ha
- porumb 50 ha
- plante uleioase 50 ha
- sorg pentru boabe 50 ha

---

total 200 ha,

calculele ne arată o pierdere de humus de – 240 kg/ha, ceea ce este foarte mult şi neacceptat de Uniunea Europeană.

Ce măsuri putem lua? Se începe cu ce avem la dispoziţie, şi anume resturile de recoltă, paie, coceni etc. Am introdus în program pe 100 ha paie şi coceni, şi anume:

50 ha × 9 t paie tocate încorporate sau mulci;

50 ha porumb × 12 t coceni încorporate sau mulci.

Rezultatul: 240 kg/ha humus, adică mai mult decât permite Uniunea Europeană. Dacă scoatem complet cocenii de porumb din program, atunci rezultatul este:

– 60 kg/ha/humus – valoare optimală pentru că se încadrează în limitele impuse de UE.

Acelaşi rezultat îl obţinem şi prin aplicarea a 600 tone gunoi de grajd pentru toate cele 200 hectare.

Deşi abordarea ni se pare simplistă, ea este acum foarte larg utilizată în ţările din U.E. (15) şi va fi din 2013 aplicată foarte atent şi în România. În final, bilanţul este necesar să arate astfel pentru exemplul nostru:

Suma A (culturi)	**+**	**Suma B (reziduuri sau îngrăşăminte organice)**	**=**	**Bilanţ întreprindere kg humus C/an**
- 48.000	+	37.200	=	- 10.800
2 Bilanţul întreprindere	:	Suprafaţa (ha)	=	Bilanţ întreprindere
- 10.800	:	200	=	- 54 acceptabil

Măsurile efective de corecţie a deficitului de carbon organic din sol sunt următoarele:

– Introducerea unor culturi intermediare şi utilizarea lor ca îngrăşământ verde sau mulci.

– Utilizarea unor asolamente mai largi (dacă, de exemplu, în programul nostru vom înlocui porumbul cu o suprafaţă înverzită formată din gramineae şi leguminoase, atunci pierderea humusului ar fi aproape 0).

– Încorporarea în sol a unor cantităţi cât mai mari de resturi organice.

– Utilizarea unor cantităţi mărite de îngrăşăminte organice, inclusiv composturi şi bioactivatori.

– Folosirea unor sisteme conservatoare de lucrări ale solului.

– Alegerea acelui management al solului care să permită un echilibru între carbonul din humusul de nutriţie şi cel durabil. Pentru aceasta, atât lucrările solului cât şi sistemele de agricultură sunt obligate să respecte modelele naturale.

7.8. DEGRADAREA HUMUSULUI ŞI TEORIA LUI RAGGAM

Datorită folosirii din ce în ce mai mari a chimizării agriculturii şi în special a îngrăşămintelor de sinteză chimică în ultimii 50-60 de ani s-au pierdut anual circa 0,15% humus, de data aceasta condensat. Conform celor arătate mai sus, privind reconstrucţia humusului ar fi posibil şi realist ca prin utilizarea proceselor ecologice să recăpătăm circa 1% humus pe an (nu este vorba însă decât de humus – C).

Există chiar şi cercetători precum Dunst, citat tot de Raggam, care consideră că printr-o temeinică activitate de compostare şi introducerea în sol,

cantitatea de humus şi masă organică ar putea fi dublată în câțiva ani. În mod natural însă reconstrucția humusului nu ar fi posibilă decât în multe zeci sau sute de ani.

Pentru a putea reduce cantitatea de dioxid de carbon din atmosferă la nivelul normal de 270 ppm ar fi necesar ca prin aplicarea modernă a reciclărilor antropice şi formarea composturilor să ducem humusul din zonele puternic degradate la cel puțin 8%, chiar dacă aceste nu este unul durabil. Căci, dacă vom realiza acest lucru, durabilitatea lui va fi numai o problemă de conservare.

Şi acum nişte calcule:

a) Suprafața agrară a pământului = 5 miliarde ha

b) Față de conținutul actual al humusului în sol avem nevoie de o suplimentare cu 6% până la adâncimea de 25 cm a profilului

c) Aceasta înseamnă 10 kg C/m^2 sau 21 kg humus

d) S-ar putea extrage din atmosferă 500 miliarde t CO_2

e) Concentrația de CO_2 din atmosferă ar putea fi redusă de la 400 ppm actual la 180 ppm, exact țelul propus.

Această reconstrucție a humusului este posibilă numai în măsura în care vom înlocui îngrăşarea chimică de sinteză prin cantitățile mai mari de composturi şi alți activatori biologici ai solului, care să înlocuiască atât necesarul de nutriție al plantelor, cât şi partea de reformare a substanțelor huminice în forma lor naturală.

Deoarece materialele compostate, bogate în microorganisme, ar putea fi repede degradate în prezența unui surplus de oxigen, apare necesitatea reglării fluxului acestuia în sol prin reducerea cantității prezente la nivelul moleculelor de humus. Această reglare necesară se poate face numai prin renunțarea la arat şi instituirea unui sistem conservativ de lucrări ale solului (subsoliere + lucrări superficiale). Bacteriile nu trebuie să primească mai mult oxigen decât au nevoie pentru a putea menține echilibrul între mineralizare şi heteropolicondensare.

Întrebarea neîntemeiată pusă de necunoscători cum că nu dispunem de suficient compost primeşte un răspuns categoric şi de la Raggam, cât şi de la alți cercetători: „Natura este darnică şi produce suficientă biomasă disponibilă humificării”. Că este prea multă biomasă o demonstrează milioanele de tone de paie şi alte resturi organice care se ard în loc să fie compostate.

Natura însăşi a creat un ciclu al elementelor minerale din care reiese că reîntoarcerea în circuit a acestora este necesar a se face prin procese biochimice de degradare şi nu prin ruperea ciclului şi crearea în afara naturii a elementelor minerale de nutriție. Ruperea ciclului natural şi ridijarea unor fluxuri naturale în sistemele lineare ale producției de sinteză este de două ori dăunătoare:

1) Este foarte costisitoare şi energofagă.

2) Este foarte dăunătoare, poluantă, intrând în conflict cu legile naturii, prin evidenta lor sfidare.

Prin urmare, într-un nou ciclu ecologic al agriculturii „circuitul produselor minerale" este necesar a fi însoţit de o interdicţie a îngrăşămintelor solubile şi nicidecum prin încercările disperate de a scoate fără succes din procesele de fabricaţie metalele grele, clorderivaţii etc. Folosirea exclusivă a îngrăşămintelor organice şi a altor forme de reconstrucţie a ciclurilor naturale este calea spre reconstrucţia humusului şi reducerea bioxidului de carbon din atmosferă, cu toate consecinţele pozitive privind siguranţa planetei şi a umanităţii.

Politica lumii este construită din **suma politicilor naţionale.** Dacă această sumă ia o decizie favorabilă salvării planetei, atunci ar fi foarte necesar de adoptat măsuri în care greşelile majore făcute atât în economia energetică cât şi în agricultură să nu se mai repete. Energia a venit întotdeauna de la soare, şi tot de acolo va fi necesar să vină pentru aprovizionarea consumului natural, uman şi economic. Agricultura a apărut din sânul naturii şi tot acolo va fi necesar să rămână, respectându-i legile şi valorile. Căci o agricultură falsă creează situaţii false, o planetă alta decât Terra cea cumsecade.

Deţinătorul premiului Nobel pentru economie, prof. Eigen, referindu-se la rezolvarea problemelor legate de dioxidul de carbon spunea: „Întreaga sumă de bani destinată construcţiei de centrale atomice" ar trebui să fie destinată ca „sumă de bani necesară reconstrucţiei humusului pentru o NOUĂ AGRICULTURĂ".

Nu trebuie să ne temem că ţăranii, agricultorii se vor îmbogăţi. Ei au fost aceia care în permanenţă au îmbogăţit pe alţii şi au stat la baza unei bunăstări generale.

Capitolul 8
LUCRĂRILE SOLULUI ÎN AGRICULTURA TRANSFORMATĂ

8.1. INTRODUCERE

Acum 40 de ani, cunoscutul profesor Irimie Staicu (1969) afirma: *„Plantele cultivate ca şi microorganismele folositoare trebuie să găsească în sol aer, căldură, apă, hrană şi celelalte condiţii de viaţă”*. Marele om de ştiinţă considera că acest lucru se poate realiza numai cu ajutorul aratului. Şi pentru vremea aceea avea dreptate, ținând cont că tehnologiile mecanice se reduceau la puține realizări. Tehnologia de bază a lucrării solului rămânea aratul care venea în sistem din cele mai vechi timpuri, începând cu plugul cu brazdă de lemn şi terminând cu modernele pluguri de azi, reversibile, eficiente şi puțin consumatoare de energie.

Şi cu toate acestea, se pare că era plugului a trecut, ținând cont de raportul între avantaje/dezavantaje într-un moment istoric inclusiv pentru agricultură, în care se solicită intensificarea acesteia prin deranjarea minimă a solului, folosind pe cât posibil modelele naturale prin care ecosistemele îşi produc biomasă (Conferința interministerială Berlin, 2009).

8.2. CERINŢELE AGRICULTURII NOI FAŢĂ DE LUCRĂRILE SOLULUI

Este bine să spunem de la început că tehnologiile agricole ca verigi nu pot fi separate una de alta, că ele reprezintă o continuitate dialectică, dublată de suprapuneri şi intervenții care pot lucra în mod adițional sau sinergic atunci când sunt respectate regulile ştiinței şi cele ale naturii, ecologiei.

Prin **lucrările solului** înțelegem acel sistem de a prelucra pământul în stratul superior (0-60 cm) care să creeze cele mai potrivite condiții pentru creşterea şi dezvoltarea plantelor ca şi pentru întreg ansamblul care formează biomasa solului, prin realizarea unei relații optime între plante - sol - microorganisme. Definiția mai cuprinde şi precizarea că toate intervențiile asupra solului se fac cu minimum de deranjamente în forma naturală a acestuia şi în deplin acord şi colaborare cu mediul natural, în ansamblul lui.

Pornind de la această definiție, întrevedem următoarele cerințe față de lucrările solului:

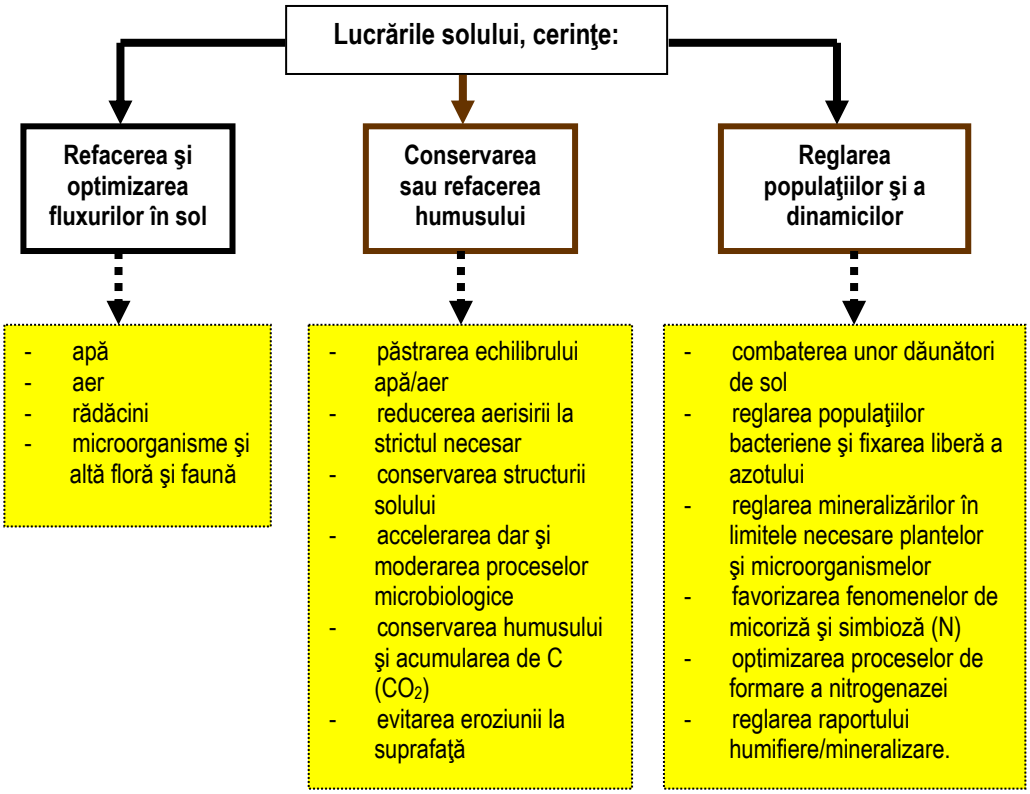


Figura 159. **Cerinţele plantelor şi organismelor solului faţă de lucrările solului** (original)

Comentarii:

1) A afirma astăzi pur şi simplu că „prin arat solul se afânează" este o eroare. Solul nu are nevoie de prea multă afânare, adică nu are nevoie de prea mult oxigen. S-a stabilit deja că surplusul de oxigen conduce în sol la arderea humusului şi eliberarea produselor de echilibru final (NH_3; NH_4, CO_2, minerale. Fe, Mg etc.). S-a arătat în capitolul *Humus* că prin arderea unei tone de humus se eliberează în aer cel puțin 680 kg C ca CO_2.

Dacă de pe cele 9 milioane hectare suprafețe agricole se ard numai 6 milioane t humus atunci avem o deversare imensă de CO_2 de peste 4 milioane tone anual, adică mult mai mult decât orice ardere fosilă. Este deci absolut necesar ca prin sistemul de lucrări să mobilizăm numai într-atâta solul încât între arderile aerobe şi cele anaerobe să existe un echilibru care să permită conservarea apei şi aerului într-un raport potrivit şi plantelor, dar şi solului.

În zonele mai ales uscate lucrarea de arat prin vânturarea solului conduce la pierderea unei cantități mari de apă, greu de recuperat mai ales în perioadele calde. Întreaga activitate biologică a solului are de suferit, iar solul are tendința de aridizare. Aceasta nu înseamnă deloc că lucrarea de arat trebuie să dispară din tehnologii. Ea va fi aplicată numai în anumite condiții, generate de probleme speciale, cum ar fi distrugerea unor dăunători greu de combătut, cum ar fi şoarecii de câmp şi numeroase insecte şi boli (dipterele cerealelor, unele specii de mălură etc.).

2) Al doilea comentariu rezidă din originea naturală a solurilor. Unul din noile principii ale „noii agriculturi" constă în aceea că solurile au o valoare economică cu atât mai mare cu cât sunt mai puțin deranjate de intervențiile antropice. Solurile naturale din ecosistemele virgine alcătuite îndeosebi din plante furajere au cea mai bună stare fizico-chimică şi biologică. În acestea se întâlnesc până la 30 tone organisme în sol şi până la 15% humus, deşi numai până la 10% este condensat (durabil). Aerisirea solului se face îndeosebi de către râme, cel mai potrivit indicator ecologic al solului, iar interacțiunea dintre legile ecologice conduc la optimizarea fertilității şi valorii solului.

În lucrările de bază care se fac este necesar a ține cont de toate echilibrele şi chiar dacă solul este deranjat în funcțiile lui naturale, acest lucru se va face în limitele nesemnificative pentru activitatea lui.

Dacă în ultimii 60-70 de ani, şi cu deosebire în ultimii 60 de ani datorită practicării unei agriculturi intensive, conservarea însăşi a „naturii"solului prin noile sisteme propuse era imposibilă astăzi, este necesar a prelua mai multe modele naturale şi a le implanta în agroecosisteme. În felul acesta se vor apropia încet, sigur şi durabil de cele naturale.

3) Orice formă de utilaje şi tehnologii care conduce la agresarea solului, distrugerea structurii şi a organismelor vii ale acestuia, este refuzată de noua agricultură. Să nu uităm că solul este un organism viu şi va fi cu atât mai răspunzător solicitărilor de a produce cât mai mult cu cât va fi mai puțin agresat.

Dacă plugul mai face încă parte din tehnologiile agricole, freza a fost practic interzisă chiar de Uniunea Europeană. Folosirea unor metode alternative de pregătire a patului germinativ şi a semănatului vor fi totdeauna preferate metodelor agresive, chiar dacă pe termen scurt acest lucru nu este vizibil. Semnele efectelor conservative ale noilor tipuri de lucrări vor fi cu siguranță vizibile pe termen lung.

8.3. PRINCIPIILE LUCRĂRILOR SOLULUI

Urmare a comentariilor făcute şi a noilor reguli reieşite din exercitarea operaţională, rezultă următoarele principii:

1) **Principiul conservabilităţii.** Orice lucrare a solului se face numai în interesul refacerii şi conservării solului şi a relaţiilor lui cu plantele de cultură.

2. **Principiul intervenţiilor minime.** Cu cât va fi mai redus numărul de lucrări şi intervenţii, cu atât principiul nr. 1 va fi îndeplinit.

3. **Principiul permanent verde sau acoperit.** Lucrările solului vor fi în aşa fel făcute încât acesta să fie în permanenţă înverzit sau acoperit cu materie organică.

4. **Principiul durabilităţii.** Construcţia de maşini şi tehnologiile de lucru vor fi în aşa fel încât într-un timp determinat solul să revină permanent şi durabil la formele naturale care l-au caracterizat.

Analiza literaturii studiate arată că în aceleaşi condiţii de sol, utilizând aceeaşi gândire tehnologică, calitatea şi durabilitatea vor fi date de calitatea maşinilor şi adaptarea lor la însăşi sistemul propus.

8.4. PRINCIPALELE SISTEME DE LUCRĂRI ALE SOLULUI ÎN NOUA AGRICULTURĂ

Din numărul mare al ofertelor maşiniste privind sistemele de lucrări ale solului ne putem permite a alcătui variante diferite în funcţie de tipul de sol, asolamentul propus şi cultura pe care dorim s-o instalăm. Încercând să sintetizăm modul cum ar trebui organizate maşinile în fluxul tehnologic ajungem mai întâi la evaluarea fie şi sistematică a lucrărilor efectuate de maşini (figura 160). Precizăm că obiectul acestei lucrări nu îl constituie detaliile tehnice privind alcătuirea şi funcţionarea maşinilor, detalii care se găsesc în cursurile de mecanizare a agriculturii, preocuparea noastră fiind ceea de a găsi cele mai potrivite efecte obtenabile asupra solului prin utilizarea acestor maşini.

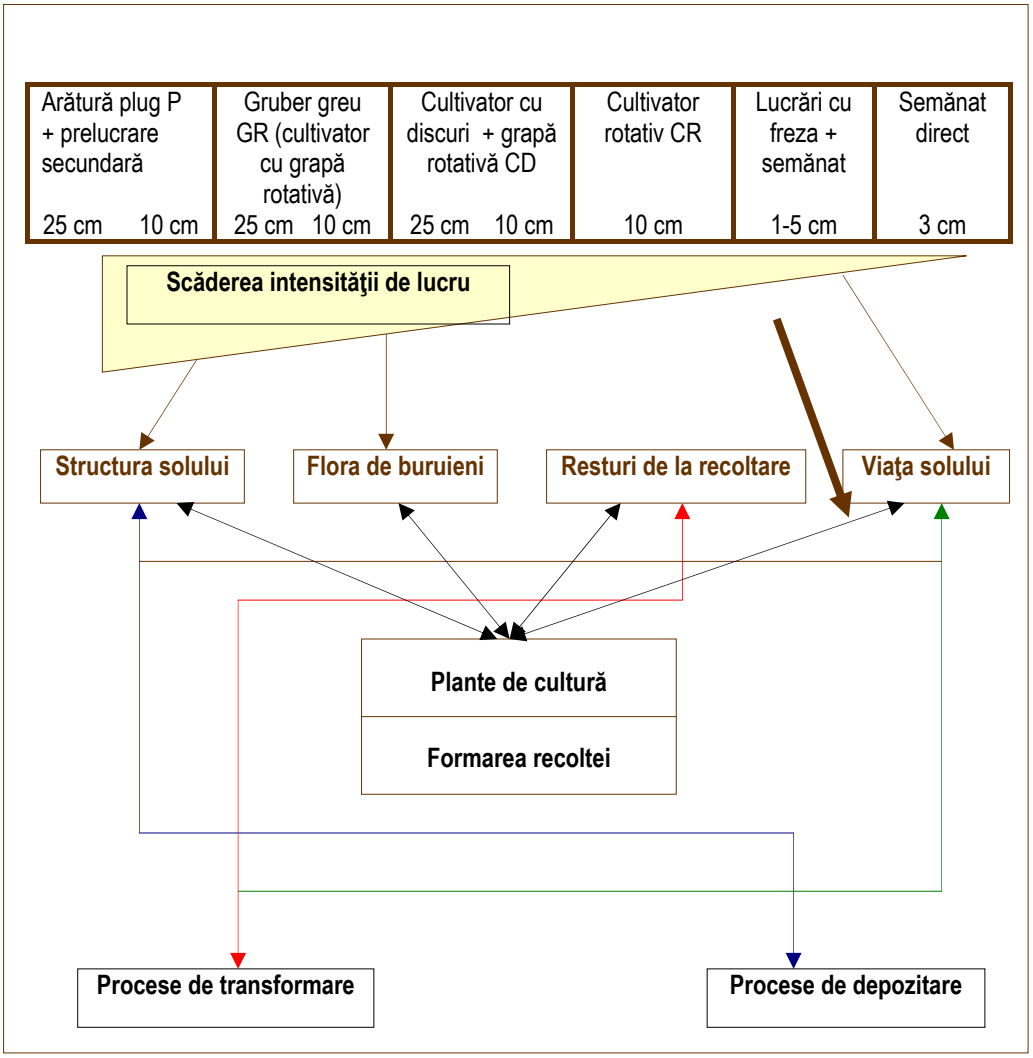


Figura 160. **Acţiunea sistemelor de lucrare a solului** (prelucrare după Eidehorn, 1999)

Funcțional, sistemele de maşini şi modul de aranjare în linie creează sistemele de lucrări, iar acestea, în acest moment în Europa, sunt următoarele:

(1) Sistemele de lucru convenționale.

(2) Sistemele de lucrare a solului, reduse (conservante).

(3) Sistemul de semănat direct, fără lucrări speciale de bază sau de pregătire a patului germinativ.

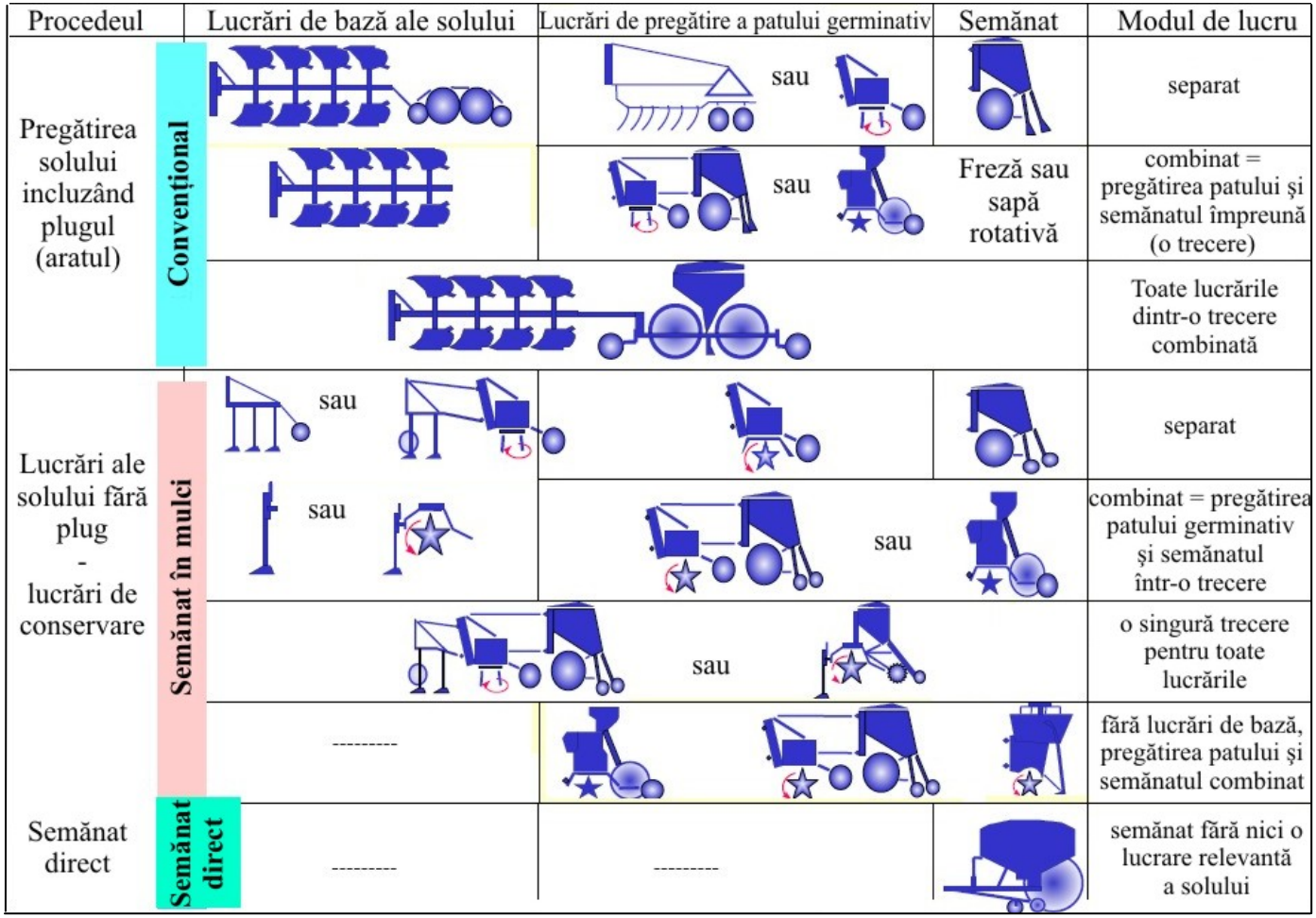


Figura 161. **Sistemul de lucrare a solului văzut de KTBL, 1995** (Eidehorn, Gisen, 1999)

8.4.1. Sistemul convenţional de lucrare a solului

Există mai multe variante, şi anume:

Varianta I	*Prima lucrare*	Grapă cu disc pentru distrugerea miriştei şi conservarea apei în sol. Parţial materia organică, resturile de diverse provenienţe sunt încorporate în sol, începe degradarea, mineralizarea şi humificarea.
	A 2-a lucrare	lucrare cu plugul la adâncimea de 25 cm.
	A 3-a lucrare	cultivator cu discuri + grapă rotativă pentru pregătirea patului germinativ.
	A 4-a lucrare	semănatul.
Varianta II	*Prima lucrare*	discuire direct pe miriște urmată de:
	A 2-a lucrare	- fie o lucrare cu gruberul cu discuri GR, - fie o lucrare cu gruberul rotativ Fiecare dintre ele pot fi asociate cu o grapă cu colţi.
	A 3-a lucrare	Urmează semănatul care în unele situaţii poate fi combinat cu gruberul rotativ, scutind practic o trecere.
Varianta III	Există şi o variantă mai rar utilizată în care plugul, gruberul, grapa rotativă şi semănătoarea pot fi aranjate în linie, lucrarea urmând să fie efectuată dintr-o singură trecere. Calitatea lucrărilor poate însă să nu fie cea mai bună. Pe de altă parte este necesar şi un tractor mai puternic şi deci mai scump.	

Figura 162. **Semănat direct pe solul mulcit** (faza a doua)

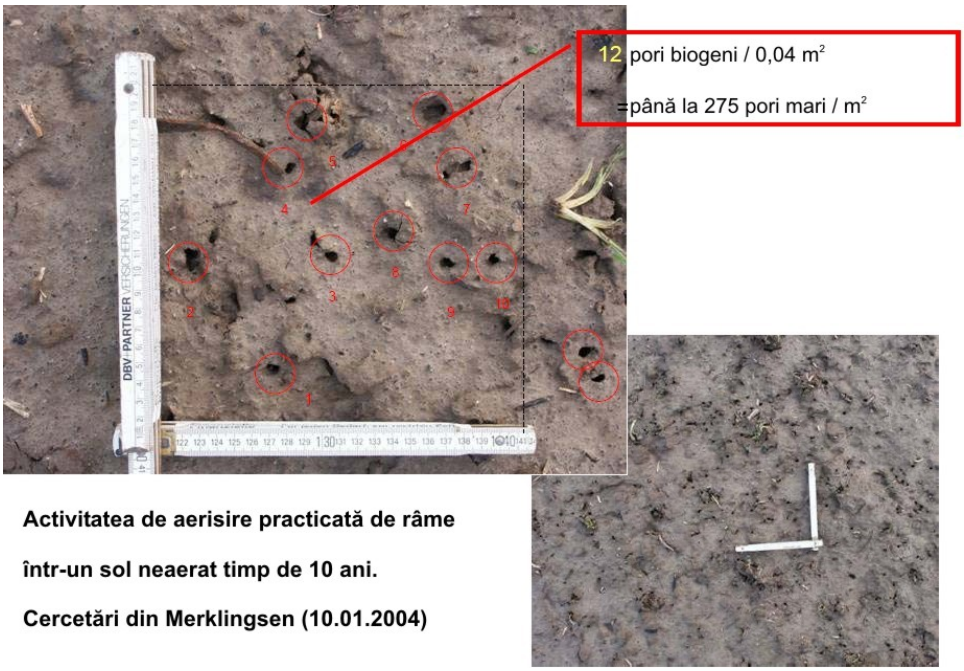


Figura 163. **Efectele nelucrării solului asupra porozității acestuia şi a activității râmelor** (**Sursa:** Lutke Entrup. şi Gröblinghoff F – 2007)

Deşi foarte răspândite în România lucrările convenționale în cel puțin 90% din cazuri se fac astfel:

➢ O grapă cu discuri uşoară de 2-3 ori pe mirişte pentru distrugerea acesteia şi crearea unui strat afânat care să întrerupă capilaritatea şi pierderea apei. Actualele grape cu discuri înlocuiesc, de fapt, gruberul şi nu oferă o calitate a lucrării asemănătoare acestuia. Pe de altă parte trecerea de 2-3 ori cu discul pe mirişte distruge structura solului şi îl tasează peste măsură. Rezultatele transpuse în producție şi calitatea humusului şi solului vor fi din cele mai proaste.

➢ Arătura care urmează mai spre toamnă se efectuează între 15 şi 25 cm, nefiind uniformă. Arătura permanent efectuată la aceeaşi adâncime timp de peste 30 de ani a condus la tasarea solului, impermeabilizarea acestuia în mod deosebit prin formarea hardpanului, fenomen prezent acum în România pe peste 5 milioane ha. Aceste soluri necesită o reconstrucție ecologică cu maşini şi procedee speciale pe care le vom prezenta într-un capitol viitor. În figura 166 există o comparație clară, efectuată de Möder, 2009, privind efectul asupra producțiilor de rapiță al celor două sisteme (cu plug, fără plug cu diferite sisteme de semănat).

Figura 164. **Cultură de porumb în sistemul agricultură alternativă prin renunțarea la maşini agricole, refacerea naturală completă a solului şi semănatul direct** (**Sursa:** SOCO, 2009)

8.4.2. Sistemele de lucrare a solului conservante sau reduse

Prin lucrări conservante ale solului este bine să înțelegem că avem de-a face cu un nou concept şi cu adăugarea unor noi practici agricole care să răspundă următoarelor cerințe, despre care am mai vorbit, dar e bine să le repetăm:

- Daune cât mai reduse aduse solului: structurii, florii şi faunei acestuia, menținerea şi refacerea substanțelor organice, a humusului.
- Acoperire permanentă a solului: cu culturi de bază, cu culturi intermediare sau cu mulci; pentru protecția lui, inclusiv de marele pericol denumit eroziune, dar şi pentru ținerea sub control a buruienilor.
- Reducerea lucrărilor sau abandonarea lor poate să se facă cu mai multă eficiență în condițiile unui asolament şi el la fel de eficient, din care nu trebuie să lipsească diversitatea şi plantele amelioratoare (vezi capitolul *Asolamente*).

Scopul lucrărilor conservatoare rezidă atât din normele Uniunii Europene privind creşterea pe baze noi a producției agricole prin utilizarea inteligentă a resurselor naturale, cât şi gestionarea rațională a resurselor externe de completare (reducerea lor la minimum – îngrăşăminte, pesticide etc.).

Procesele tehnologice este necesar a fi conduse de o asemenea manieră încât înlocuirea sistemelor mecanice sau reducerea lor să conducă la amestecul

solului cu resturile organice pe cale exclusiv biologică. Scenariul acesta, mai mult decât pluricibernetic, arată că microorganismele, rădăcinile şi alte vietăți ale solului vor prelua în sol funcțiile lucrărilor solului şi distribuirea elementelor de nutriție.

Figura 165. **Semănatul direct în miriştea de rapiţă a bobului (*Vicia faba*) în Germania** (**Sursa:** Hammer Schmied, 2010)

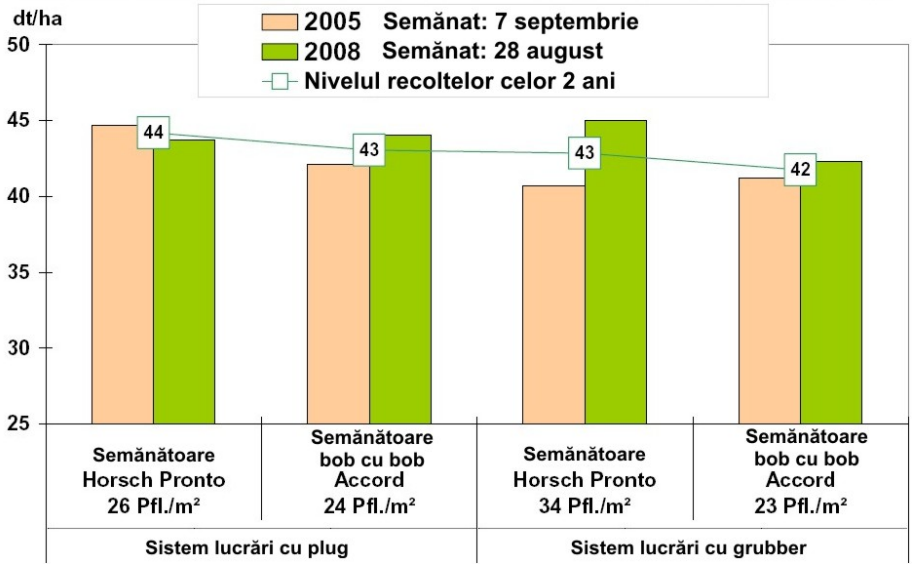


Figura 166. **Eficacitatea sistemului de lucrări şi a procedeului de semănat asupra recoltei de rapiţă** (**Sursa:** Möder K., DLG 2009, Berlin)

Figura 167. **Semănatul direct al grâului după grâu în Germania**
(**Sursa:** Hammer Schmidt, 2010)

Cum se va face acest transfer? Transferul se va realiza treptat, în mai multe faze.

În prima fază se va renunța la plug (vezi şi figura 161) care va fi înlocuit numai cu lucrări fără întoarcerea solului şi vor introduce în sol materia organică care dezvoltă o activitate biologică intensă, adaosul de bioactivatori măreşte această activitate, care va ridica biomasa solului, încet dar sigur, de la 2 la 4 t/ha în prezent, la 20-30 t în următorii 5 ani (studii confirmate de Soco, 2009). Pentru zona României maşinile cele mai potrivite sunt tigerele (vezi figura 190 în subcapitolul Studiu de caz), care lucrează tehnic foarte bine, economic foarte bine şi care substituie în totalitate plugul.

În faza a doua, după ce profilul de sol a devenit activ pe întreaga lui profunzime, se renunță uşor la lucrări şi se trece la semănatul direct. Cantitatea de resturi organice rămase la suprafață se lasă ca mulci. Activitatea biologică mărită a solului (râme, larve de insecte etc.) vor aerisi stratul de sol în măsura necesară penetrării apei în sol şi a conservării ei în profunzime ca rezervă.

Mulciul rămas la suprafață protejează parțial împotriva buruienilor, aplicarea erbicidelor devenind necesară, la fel şi unii dăunători care vor necesita insecticide. Mostrele de sol indică o mare cantitate de humus şi o fertilitate foarte bună a solului.

În faza a 3-a devine foarte necesară diversificarea culturii plantelor şi instalarea asolamentului cu plante amelioratoare. În felul acesta întregul sistem se stabilizează.

În faza a 4-a, întregul sistem se apropie de modelele naturale atinge potențialul maxim de performanță, iar recoltele vor depăşi pe cele obținute în sistemul convențional. Se reduce semnificativ necesarul în îngrăşăminte chimice, pentru că se dezvoltă sistemele naturale de fixare şi sistemele interne de valorificare a reziduurilor de plante şi animale. Se reduce, de asemenea, semnificativ consumul de pesticide. O cultură de porumb va arăta ca cea din figura 163. Efectul noii fertilități a solului este foarte vizibil.

Semănatul direct. Sub presiunea problemelor ecologice, dar şi a costurilor provocate de o criză pe care noi înşine ne-am creat-o, mai ales pe continentul american, dar şi pe mari suprafețe din Europa, semănatul direct a devenit un sistem uzual de practicare a agriculturii. Dacă solul nu a trecut prin procesele de transformare prezentate în fazele I-III, atunci nivelul producțiilor vor fi semnificativ mai scăzute.

Dacă solurile au suferit procesele de ecologizare propuse de tehnologiile moderne, şi reuşeşte singur să-şi realizeze procesele de autoafânare şi reglare microbiologice, atunci semănatul direct va aduce sporuri semnificative de producție şi calitate şi va contribui atât la conservarea cât şi la îmbunătățirea cantității de humus-C din sol.

Semănatul direct în viziunea multor cercetători, printre care şi Gouttler (1999), a devenit deja un nou sistem de cultură care necesită o gândire şi cercetare minuțioase, o atitudine şi tehnologie, respectiv maşinile necesare (vezi figurile 165, 166, 167).

În ceea ce priveşte maşinile etc., vor fi astfel construite încât să lucreze solurile numai până la o anumită densitate. Dacă solurile sunt foarte tasate, reglajele hidraulice ale maşinilor nu vor putea împinge brăzdarele în sol şi acestea vor primi un nou sistem de lucrări de tranzit spre solurile speciale până ce acestea vor ajunge la calitatea cerută de semănatul direct.

Se observă atât din figura 168 cât şi din figura 169 că tehnica permite semănatul la diferite adâncimi, dar şi faptul că în caz de necesitate se pot aplica şi îngrăşăminte la adâncimi diferite sub semințe, şi numai în dozele care rezultă din bilanțul substanțelor nutritive, pentru a evita costurile suplimentare şi eventualele pierderi prin levigare, mai ales în cazul azotului.

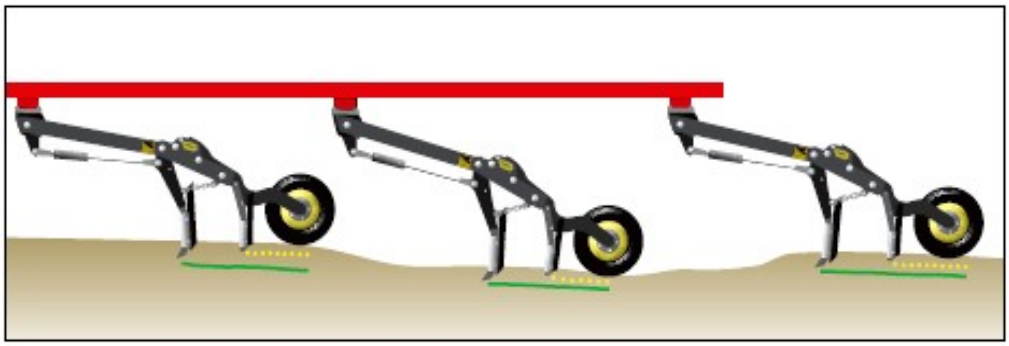


Figura 168. **Fiecare unitate de semănat se poate adapta la sol. Presiunea hidraulică în sistem acţionează ca de-a lungul rândului pentru ca distanţa dintre seminţe şi adâncimea să fie realizate la cerinţele tehnologice** (**Sursa:** Väderstand, 2010)

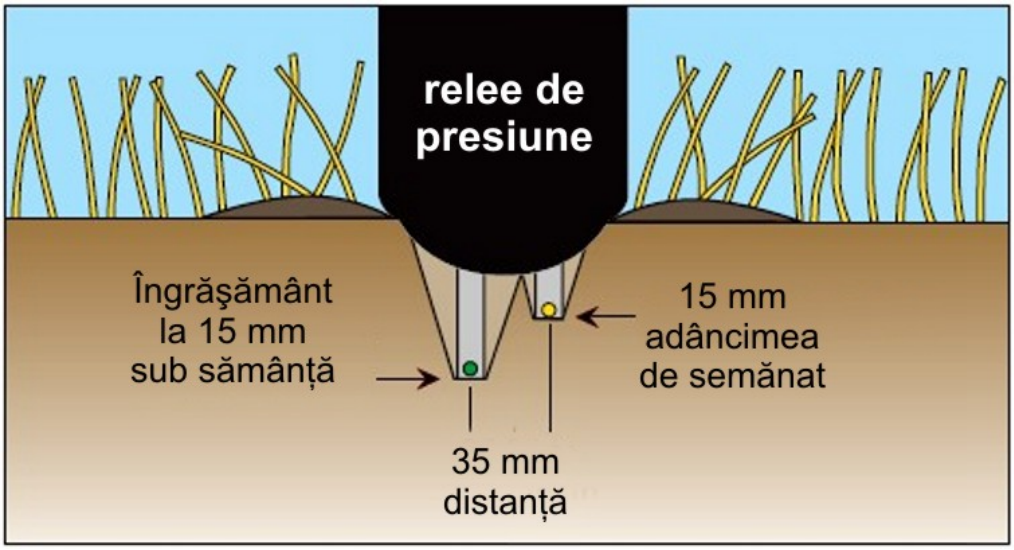


Figura 169. **Releele de presiune veghează pentru îndeplinirea condiţiilor tehnologice**

Urmare a semănatului direct şi de precizie va rezulta o cultură sănătoasă, cel puțin la fel de sănătoasă ca şi cea obținută în celelalte sisteme (figura 170).

Noul sistem de agricultură prin semănatul direct câştigă an de an suprafețe din ce în ce mai mari. La nivelul anului 2000 se cultivau prin acest sistem aproape 60 milioane hectare, deci 1,2% din suprafața totală a pământului (tabelul 18).

Figura 170. **Cultura care răsare pe mirişte este una exactă, completă (aici rapiţă)** (**Sursa:** Väderstand, 2010)

Tabelul 18

Topul principalelor ţări care practică sistemul direct de semănare

Ţara	2000/2001
SUA	21.120.000[1)]
Brazilia	13.470.000[2)]
Argentina	9.250.000[3)]
Australia	8.640.000[4)]
Canada	4.080.000[5)]
Paraguay	960.000[6)]
Mexic	650.000[7)]
Bolivia	350.000[8)]
Venezuela	150.000[9)]
Chile	100.000[10)]
Columbia	70.000[11)]
Uruguay	50.000[12)]
Altele	1.000.000[13)]
Total	59.890.000 ..

Surse: 1) Dan Towery, CTIC, 2001; 2) FEBRARDP, 2000; 3) AAPRESID, 2000; 4) Bill rabtree, WANTFA; 5) Hebblethwaite, CTIC, 1997; 6) MAG-GTZ Soil Conservation Project, 1999; 7) Ramon Claveran, CENAPROS, 1999; 8) Carlito Los, 2000; 9) Carlos Bravo, 2000; Carlos Crovetto, 1999; 11) Roberto Tisnes, Armenia, 1999; AUSID, 1999; 13) Evaluări.

Marile țări agricole dețin şi cea mai mare suprafață agricolă lucrată în sistemul „semănat direct”, poate şi pentru faptul că lucrările clasice de lucrare a solului practicate foarte multe decenii au condus la degradarea solurilor în punctele lor principale, humus, eroziune, compactare, activitate biologică. Procentual în principalele țări semănatul direct ocupă următoarele proporții:

SUA	16,3%
Brazilia	21%
Argentina	32%
Paraguay	52%.

În SUA abordarea sistemului „semănat direct” a început deja prin anii '40 ai secolului trecut, în timp ce în Europa, tributară încă conservatorismului, primele cercetări şi implementări în producție ale noului sistem au început cu peste 20 de ani mai târziu când o mare parte din sol era deja distrus de intensitatea mare a lucrărilor convenționale, dar şi de aplicarea abuzivă a îngrăşămintelor şi pesticidelor, care a făcut ca pe atunci numita „revoluție verde în agricultură” să devină „brună” din cauza degradării excesive a solurilor, apelor şi atmosferei.

A doua revoluție verde sau „reînverzirea revoluției verzi” (Kartner, 2008) a început de 8-10 ani şi vizează soluții de intensificare a producției pornind de la „modelele naturale” de practicare a agriculturii dintre care face parte şi noul sistem agricol, semănatul direct.

8.4.3. Avantajele şi dezavantajele sistemului „semănat direct”

Le putem împărți în două categorii:

1) Avantaje cantitative:

- Un control eficient şi economic determinabil al eroziunii.
- O îmbogățire a solului în materie organică, respectiv humus.
- Costuri mult mai reduse de muncă şi bani (vezi figura 171).
- Productivitate a muncii ridicată, mai puțină forță de muncă.
- Reduceri importante de carburanți (de 2-3 ori) şi de emisii de gaze în atmosferă.
- Se evită eliberarea din solurile Europei (celor 15) a 50-100 milioane to CO_2. Această cantitate echivalează cu emisiile degajate de 70-130 milioane mijloace de transport (camioane).
- Reducerea necesarului de îngrăşăminte, pesticide şi alte produse de intoxicare a solului, cu toate consecințele economice ce rezultă de aici.

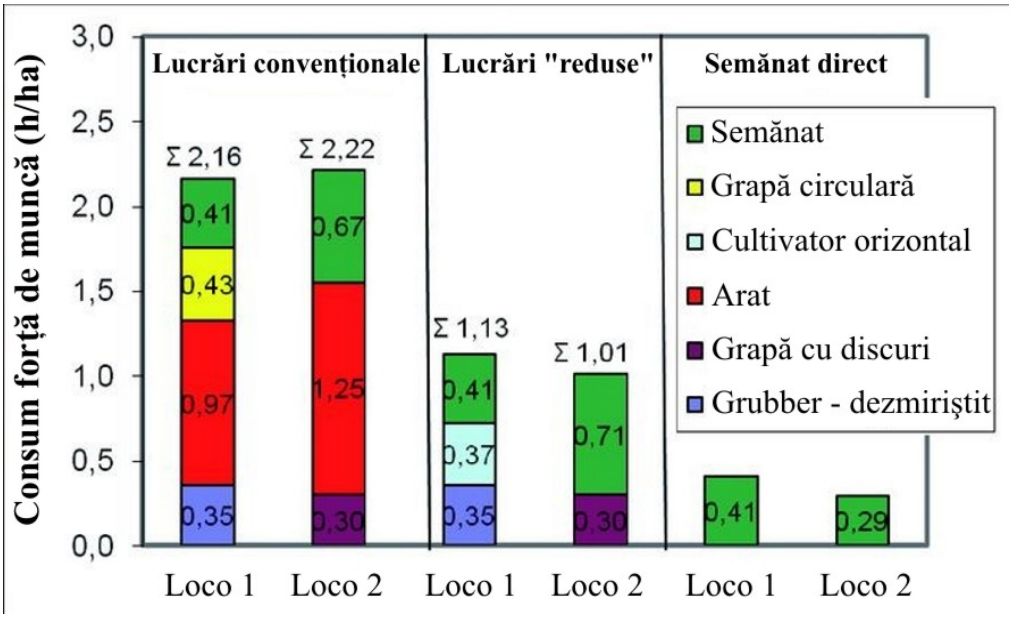


Figura 171. **Consumul de forţă de muncă în funcţie de sistemul de lucrări pentru cultura grâului** (Sursa: OBZ, 2009. Lucrările convenţionale (LC) consumă de 6,25 ori mai multă muncă decât semănatul direct şi de 2,04 ori decât sistemul de lucrări reduse (SLR). SLR consumă, la rândul lui, de 4,850 ori mai multă muncă decât SD (semănat direct). Calculele au fost efectuate în două locaţii din Austria)

2) Avantaje calitative şi strategice:

– Se înmagazinează o cantitate mai mare de CO_2 în sol şi prin aceasta se reduce conţinutul acestuia în atmosferă. Se îmbunătăţesc condiţiile pentru stabilizarea climei (1 kg humus blochează 3,66 kg CO_2).

– Creşte, se îmbunătăţeşte activitatea biologică a solului, atât calitativ (mărimea biodiversităţii) cât şi cantitativ (creşte cantitatea de biomasă activă din sol).

– Ca urmare, structura solului se va reface şi se va stabiliza inclusiv din punct de vedere al rezistenţei hidrice.

– În consecinţă, creşte procentul porilor mari (biopori) corelat cu creşterea capacităţii de înmagazinare a apei, a elasticităţii solului, mărindu-se foarte mult rezistenţa la compactare.

– Fluxurile pe profil se îmbunătăţesc, apa nu mai rămâne la suprafaţă, ci este condusă în profunzime până la apa freatică. Sunt refăcute rezervele de apă, izvoarele şi alte circuite pe orizontală ale apei freatice şi creşte calitatea acesteia. Vom fi scutiţi de inundaţii şi de codurile galbene sau roşii ce apar din

ce în ce mai frecvent pe ecranele televizoarelor. Vom economisi sume imense de bani şi alte resurse necesare reconstrucţiilor habitatelor umane şi economice.

– Se reface rezerva de elemente nutritive a solului şi se optimizează relaţiile între plante şi sol. Se dezvoltă la optimum fenomenele de micorizare, simbiozele şi fixaţiile libere şi asociative ale azotului.

– Creşte semnificativ capacitatea de degradare a pesticidelor şi transformarea lor în substanţe huminice prin degradare şi recombinare biochimică. În acelaşi timp scade atacul bolilor şi dăunătorilor prin sol (vezi rolul micorizelor) şi scade, în consecinţă, şi necesarul de produse de protecţia plantelor.

– Se instalează în mintea, în conştiinţa ţăranilor, a agricultorilor o nouă mentalitate asupra valorilor naturale ale pământului. Educaţia, şcolarizarea pentru implementarea noului sistem deţine un rol important în obţinerea succesului.

Dezavantaje:

– Timpul: este întotdeauna un adversar al umanităţii, dar de data aceasta este nevoie de răbdare aici.

– Faza de tranziţie de la agricultura convenţională la una alternativă, bazată pe reducerea sau eliminarea lucrărilor solului şi implementarea modelelor şi regulilor naturii durează între 5 şi 7 ani. Numai după aceea se va ajunge la deplina performanţă a sistemului.

– Din această cauză nivelul producţiilor ar putea fi mai mic, mai ales în primii ani ai tranziţiei. Compensaţiile vin însă ulterior.

– În primii ani de tranziţie buruienile pot constitui o problemă. Ele necesită o atenţie mai mare şi un control profesionalizat.

– Sunt necesare asolamente speciale şi un sistem inteligent de menţinere permanentă a solului acoperit cu culturi principale, intermediare sau cu mulci, ceea ce necesită mai multă atenţie din partea agricultorului.

– Emisiile de oxizi de azot (N_2O) pot creşte uşor în faza de tranziţie.

– Este necesar un efort investiţional în maşini speciale, ceea ce nu este la dispoziţia tuturor agricultorilor, mai ales în România.

– Este foarte necesară o şcolarizare a agricultorilor şi pregătirea consultanţei, lucru şi greu de acceptat, şi uneori dificil de implementat din cauza mentalităţilor şi atitudinilor conservatoare.

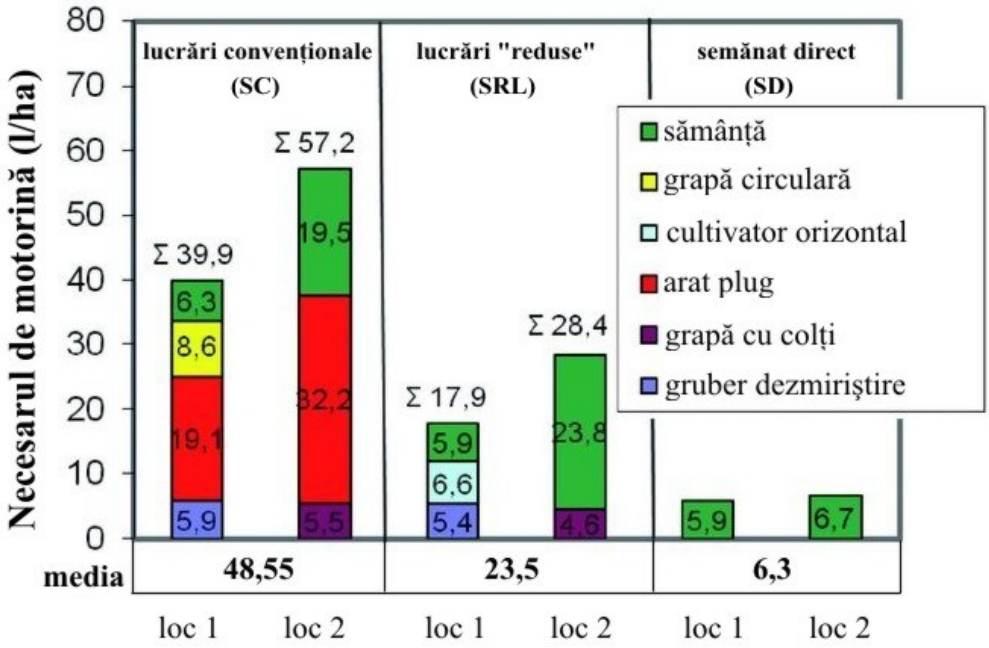


Figura 172. **Consumul de motorină la cultura grâului în funcţie de sistemul de lucrări** (**Sursa:** OBZ, 2009). Lucrările convenţionale consumă de 2,1 ori mai multă motorină decât SRL şi de 7,71 ori mai multe decât SD. SRL consumă de 3,7 ori mai multă decât SD

8.4.4. Rezultate obținute - şansele noului sistem de lucrări

Tot mai numeroase sunt rezultatele contradictorii care se obțin în acest domeniu. Deşi acum 10 ani ca cercetător nu eram un susținător al sistemului nou de lucrări, cercetările personale făcute în acest domeniu de activitate mi-au demonstrat pe de o parte necesitatea noului sistem reieşită din problemele locale şi globale cu care se confruntă agricultura în România, iar pe de altă parte de marea presiune a costurilor.

O analiză de sinteză la nivel mondial arată următoarea stare de fapt la nivelul anului 2010 (tabelul 19).

Chiar dacă în tabel nu există date comparative extrem de vizibil, rezultă că există mari țări producătoare de cereale şi porumb (cele mai mari suprafețe cultivate care folosesc sistemul „No tillage"). Rezultă, de asemenea, că prețurile de cost sunt foarte mici, dar nu departe de posibilitățile de vânzare care sunt mici la nivelul fermierului, 70-80 euro/t, din cauza distanței mari până la infrastuctura marină şi a costurilor ridicate solicitate de transporturi.

Tabelul 19

Analiză de sinteză la nivel mondial a sistemului de lucrări

Sistem de lucrări		Tipul majoritar de întreprindere	Recolta	
			Nivel q/ha*	Costuri Euro/to **
	Fără lucrări. Semănat direct	Argentina - grâu - No tillage	40,4	40-60
		Brazilia - porumb - No tillage	33,2	45-70
		Canada - grâu - No tillage	30,4	35-45
		Rusia - grâu - No tillage	25,4	55-75
	Fără plug. Lucrări de conservare.	Germania grâu - CT *	60,8	70-79
		Rusia - grâu - CT	26,1	65-68
		SUA - grâu - CT	35,2	49-55
		SUA - porumb - CT	49,8	50-59
	Cu plug. Lucrări de conservare.	Franţa - grâu - IT	72,3	78-82
		Germania grâu - IT	64,2	80-110
		Polonia - grâu - IT	50,2	78-98
		Ucraina - grâu - IT	33,4	80-85

* Estimate pe secvențe de ani diferiți în perioada 2000-2008.
** Conform Institutului de Economie mondială New-York – Zimmer Yelto.

Am putea spune că țările cu mari suprafețe de culturi agrare deşi obțin producții eficiente la nivel de parcelă, efectul economic este pierdut din cauza transportului.

Am folosit sistemul lucrărilor minime mai degrabă ca un model de reducere a costurilor. El a servit însă din plin şi pentru conservarea solurilor. Pe de altă parte există țări precum Franța, Polonia, Ucraina şi o mare parte din Germania care continuă să utilizeze sistemul lucrărilor intensive. Aceste țări îşi permit conservatorismul în lucrările solului, pe de o parte din cauza subvențiilor mari pe care le primesc, iar pe de altă parte din cauza presiunii industriei de maşini

agricole şi a unui sistem de consultanţă şi el conservator. Trendul rămâne însă acelaşi, mai ales că a început să crească semnificativ numărul întreprinderilor cu rezultate foarte bune în ţările vizate. Acelaşi Zimmer ne pune la dispoziție excelente rezultate din marile zone cultivatoare ale lumii.

1. Exemplul 1 – ARGENTINA:

- climă convenabilă pentru întreaga perioadă de vegetație;
- precipitații 800-1000 mm;
- culturi principale: grâu, soia, porumb;
- suprafața agrară: 68,4 mil. ha.

Condiții economico-politice:

- o agricultură foarte orientată spre export;
- exporturi susținute şi regularizate de către stat;
- un consum relativ redus în interior.

Sistemul de producție 2006:

Asolament: grâu – soia – porumb – soia.

Sistem lucrări: semănat direct.

Nivel de fertilizare: grâu → NP = 90/40 kg/ha
porumb → N = 90 kg/ha

Protecția plantelor: 1 × insecticid; 1-3 × erbicid.

Nivelul recoltelor: grâu – 5 t/ha
porumb – 7,5 t/ha
soia – 3,3 t/ha

Nivel preț grâu: 70 euro/t – 350 euro/ha

Există posibilitatea creşterii producției cu 10-20% dacă nivelul de îngrăşare al grâului creşte cu 50%.

Pentru fiecare euro investit în îngrăşăminte = 3 euro mai multă producție.

2. Din zona Rusiei – Zimmerman a ales pe cea mai fertilă din sudul comunității în care:

Model întreprindere I:

– Mărimea fermelor: 7000 ha suprafață agrară.

– Dotarea cu maşini = nivel vest.

Sistem producție grâu 2006

Sistemul de lucrări ale solului – de tip conservare (fără plug)

Nivelul de îngrăşare – 80 kg/ha în 3 treceri

Protecția plantelor - 1 x erbicid + 1 × insecticid (1 × fungicid).

Nivelul recoltei – 3,5 t/ha

Nivelul pieții: 102 euro/t = 358 euro/ha.

În 2007 = 584 euro/ha.

Model întreprindere II:
Forma de organizare: holding = 10.000 ha; S.A.
Toate maşinile de proveniență vestică.
Analiză grâu 2006
Sistemul de lucrări: No-tillage - semănat direct.
Nivel de îngrăşare: NPK: 100/30/30 kg/ha.
Protecția plantelor: 1 erbicid, 1 × CCC, 1 × fungicid/insecticid.
Producție: 4 t/ha.
Nivel de piață: 103 euro/t sau 410 euro/ha

2007: 668 euro/ha.

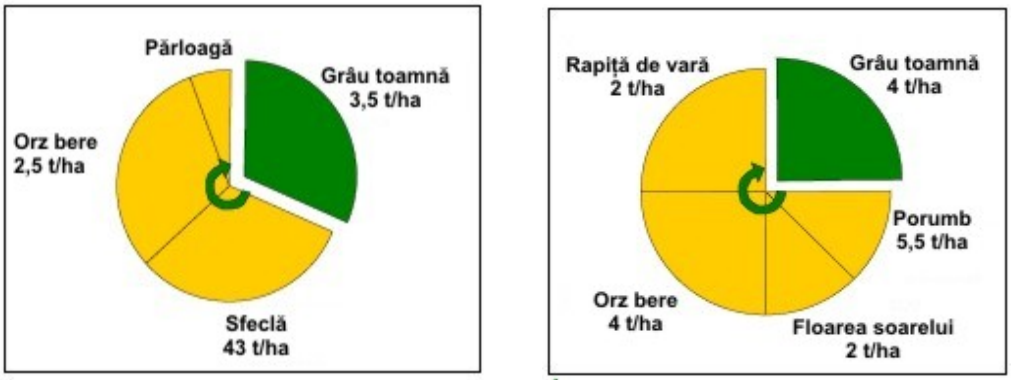


Figura 173. **Modele de asolament în Rusia de Sud pe cernoziomurile foarte fertile. Stânga model 1, dreapta model 2** (**Sursa:** Zimmer Y., 2008)

3. Model SUA, statul Iowa, întreprindere tipică 2006.
US 700
- 700 ha întreprindere familială.
Rotație: porumb pentru boabe-soia.
Sistem de lucrare: semănat în mulci.
Sistem de îngrăşare: N: 116 kg/ha, P: 120 kg/ha, K: 277 kg/ha.
Nivelul recoltelor: porumb 11,6 t/ha, soia 3,4 t/ha.
Piață: 75 euro/t: 858 euro/ha/porumb = 150 euro/t, 510 euro/ha.

Aceste exemple şi multe ca ele demonstrează că se pot obține rezultate foarte bune pe toate meridianele lumii. Menționăm că dacă în America perioada de tranziție de 5-7 ani a fost respectată, în Argentina şi Rusia ea nu a fost respectată, de unde şi recoltele mai mici.

Deşi despre avantajele lucrărilor de conservare a solului am scris suficient de clar mai sus, este necesar să exemplificăm rezultate obţinute de Rosner (2002) încă din perioada 1994-1999 (tabelul 20).

Tabelul 20

Nivelul recoltelor, pierderea solului, a elementelor nutritive şi a pesticidelor în Câmpia Panonică (media a trei locaţii de cercetare) în perioada 1994-1999

Indicatori / Varianta de lucrare a solului	Pierdere N-total kg/ha	Pierdere P-total kg/ha	Pierdere pesticide % din doza aplicată	Pierderi de sol to/ha	Nivelul recoltei % faţă de convenţional = 100
1) Convenţional	60	37	7	40,3	100
2) Gruber					95
3) Semănat în mulci natural					97
4) Semănat în mulci - baza leguminoasele	18	8,1	2,2	9,7	97
5) Semănat în mulci - muştar, facelia					103
6) Semănat direct - muştar, facelia	9,6	5,0	3,2	5,9	98
7) Semănat direct - secară					97
8) Semănat direct - orzoaică.					100

Să recapitulăm variantele:

1. Lucrări convenţionale cu: gruber urmat de plug şi întreaga combinaţie de maşini pentru pregătirea patului germinativ.
2. Lucrări convenţionale superficiale: gruber fără plug.
3. Lucrări de conservare ale solului: gruber fără plug, înverzirea cu o plantă intermediară, sau înverzire naturală, urmată de semănatul în acest mulci.
4. Lucrări ale solului de conservare: cultivări plante intermediare: muştar, facelia, leguminoase (mazăre) şi semănatul în mulci.
5. Lucrări de conservare a solului varianta a II-a: muştar, facelia + semănat direct.
6. Lucrări minime de conservare a solului: semănat direct în mulciul verde (muştar – facelia).
7. Lucrări minime ale solului: semănătura directă în secară în stare verde.
8. Lucrări minime ale solului: semănătură directă în orzul de primăvară (orzoaică) – culturi de primăvară.

Rezultatele cercetărilor înscrise în tabel arată cu claritate că, deşi inhibarea eroziunii nu arată rezultate notabile la nivelul recoltei, acest lucru

este posibil numai în primii 6 ani de experimentare. Foarte evidentă este pierderea mare de sol, de azot şi fosfor care conduc pe termen lung la pierderea fertilităţii şi la reducerea producţiei. Cu toate acestea, semănatul direct poate fi recomandat numai unor specialişti cu înaltă calificare. În ceea ce priveşte calitatea producţiei la porumb, reprezentată prin conţinutul de micotoxine (ZON şi DON), aceşti indicatori au avut cifre ridicate în variantele cu lucrări convenţionale şi semănatul direct. Semănatul în mulci a indicat cele mai reduse cifre şi deci cantităţi de micotoxine.

Sunt mulţi cercetători care şi-au adus contribuţia la clarificarea efectului economic al tipului de lucrări ale solului asupra producţiei şi calităţii acesteia. Printre ei se numără şi Rühl Pico (2009), cercetător la grupul Sudzuckor AG, Germania (2009). Acest grup de cercetare a făcut studii îndelungate asupra producţiei şi componentelor sale, în primul rând la grâu (tabelul 21) dar şi la alte culturi.

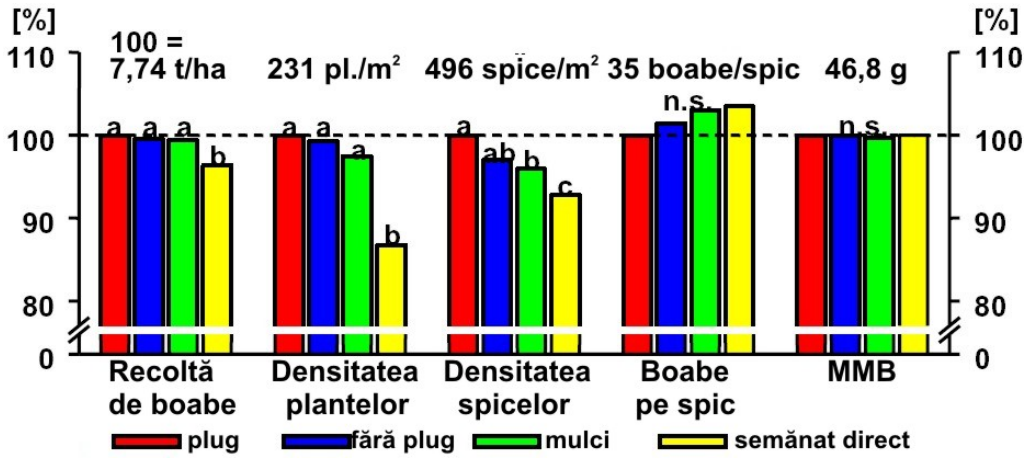


Figura 174. **Recoltele şi componentele ei la grâul de toamnă în condiţiile unor cercetări diferenţiate pe termen lung ale lucrărilor solului (1994 – 2000; relativ ARĂTURĂ = 100; 10 locaţii de cercetare, n = 50)** (**Sursa:** Rico Rühl, 2009)

Cercetând în perioada 1994-2006 în zece locaţii 58 de variante, autorul ajunge la următoarele concluzii:

Pe fondul unei producţii mari de circa 7,74 t/ha, varianta clasică - cea fără plug şi semănatul în mulci obţin aceeaşi producţie dar cu costuri diferite (tabelul 21) şi cu efecte ecologice net superioare ultimelor două. Semănatul direct se detaşează uşor semnificativ negativ, atât ca nivel al recoltei cât şi ca indicatori ai recoltei (densitate plante şi spice/m^2), deşi numărul boabelor în spic şi greutatea a 1000 boabe sunt identice sau uşor superioare variantei

clasice. Indicatorii ecologici de bază (sol erodat, cantitate şi calitate humus, activitate biologică în sol, elasticitate şi respiraţie a solului) sunt net în favoarea ultimelor trei, şi ca valoare tehnico-ecologică şi durabilitate depăşesc cu mult varianta clasică.

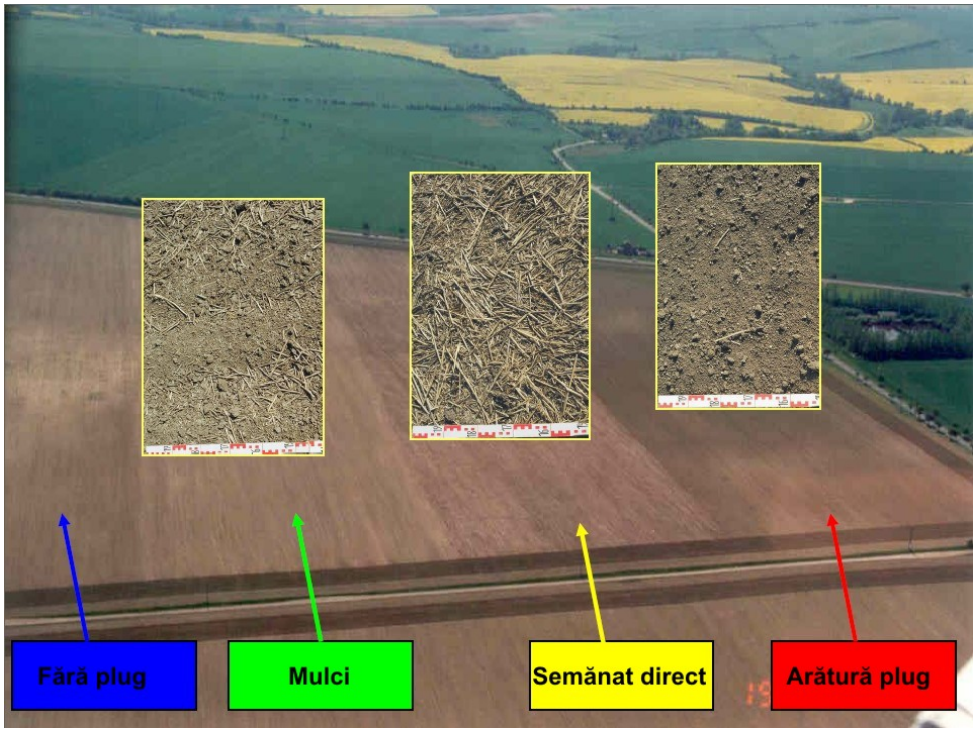


Figura 175. **Cele 4 modalităţi de sisteme de lucrări prezente în Germania** (**Sursa:** Rico Rühl, 2009)

De fiecare dată costurile sunt cele care dictează în ultimă instanţă fiabilitatea unei variante reieşită din cercetare. Aproape nimeni în plan economic şi mai ales pe vreme de criză nu gândeşte ecologic (o atitudine foarte greşită, mai ales pentru proprietarii de terenuri).

Înaintând în cercetare şi lărgind perioada de cercetare (12 ani) peste cea de tranzit (7 ani) autorii au putut constata că şi din punct de vedere economic varianta lucrărilor minime este avantajoasă. Să nu uităm că Uniunea Europeană plăteşte în momentul de faţă subvenţii suplimentare pentru ecologizarea solului care nu sunt cuprinse în tabelul 21.

Deşi în varianta 2 se fac lucrări adânci de scarificare, costurile per hectar sunt cu 53 euro mai mici = 8%. În varianta semănat în mulci, costurile sunt cu 97 euro mai reduse, adică 14,4%.

Tabelul 21

Costul procedeelor de producţie la grâul de toamnă, în condiţii diferenţiate de lucrări ale solului de lungă durată (12 ani). Medii pentru 10 locaţii în perioada 1996-2006, n=58
(**Sursa:** Rühl Pico, 2009)

Lucrări sol	Arat	Fără plug	Mulci	Semănat direct	Costuri
		[Euro ha^{-1}]			
Sămânţă	61	61	61	64	Costuri variabile
Îngrăşăminte	151	151	151	151	
Mijloace de protecţia plantelor din care:	116	119	120	133	
Erbicide	59	62	57	64	
Fungicide	51	51	51	51	
Insecticide	6	6	6	11	
Costuri maşini/dobânzi	138	139	139	140	
Costuri variabile de producţie	73	49	43	26	
Costuri fixe de producţie	82	65	58	42	Costuri fixe
Salarizare	51	36	30	19	
Total costuri	673	620	604	576	

Reducerea costurilor şi ecologizarea solurilor în condiţiile stabilizării sau creşterii durabile, sigure şi calitative a producţiei este exact dezideratul agriculturii alternative.

Cercetări similare efectuate de Rosner J. şi Klik A. (2005) pe o perioadă de 11 ani în Câmpia Panonică în condiţii similare cu cele din România, la nivele de producţie similare s-au obţinut următorii parametrii ecologici:

Tabelul 22

Indicatorii ecologici ai solului determinaţi de lucrările solului în Câmpia Panonică (**Sursa:** Rosner J. şi colab., 2005)

Procedeu	Indicatori ecologici			
	Sol erodat to/ha	Pierderi N kg/ha	Pierderi P kg/ha	Pierderi pesticide %
Lucrări convenţionale	16,2	59	35	1,9
Semănat în mulci	4,2	17	8	1,2
Semănat direct	2,2	9	5	0,5

Toate celelalte cercetări recenzate în spațiul european indică parametri similari şi convingători. Consider că în viitorul apropiat adaptarea setului de maşini la noile sisteme de lucrări va fi principala direcție de evoluție spre noua agricultură propusă de Bartner (2008), ca o reînverzire a revoluției verzi şi Raggam (2002), ca a doua sursă de salvare a climei pământului prin reconstrucția humusului în solurile Europei şi ale lumii.

8.4.5. Costurile în diferite sisteme de lucrare a solului

Este foarte greu să convingi agricultorii indiferent pe ce meridian sau altitudine a pământului s-ar afla, că ei trebuie să-şi însuşească un procedeu sau sistem tehnologic numai de dragul naturii, al viitorului copiilor lui sau al salvării planetei. El trăieşte în acest moment, are probleme mari cu criza financiară şi cu propria lui existență, şi ştie că de CO_2 şi climă ar fi trebuit să se ocupe Bush, Băsescu şi alți politicieni ca ei, care n-au făcut-o nici în ultimul moment la Copenhaga. Singurul argument în favoarea lui ar fi întărirea proprietății private, ideea creşterii valorii pământului lui ca urmare a proceselor de ecologizare, indiferent care ar fi ele şi, firește, obținerea recoltelor lui în cantități din ce în ce mai mari şi de calitate cât mai înaltă, pe fondul unor costuri reduse.

Calculele arată că nivelul costurilor creşte cu creşterea numărului lucrărilor şi cu cantitatea de inputuri solicitate de prima revoluție verde (îngrăşăminte, îndeosebi cu azot, pesticide şi noua genetică a soiurilor şi hibrizilor).

Pentru a veni în întâmpinarea agricultorilor noştri am decis să punem la dispoziție prin acest material o matrice a costurilor pentru fiecare sistem de lucru, obținut prin colaborarea cu industria de maşini şi consultanță austriacă din estul Austriei, cea care are condiții asemănătoare cu cele din România. Menționăm că la nivelul prețurilor 2010 datele înscrise în tabelele care urmează sunt comparabile cu cele din România, poate cu deosebirea că numărul de ore/ha în România este cu mult mai mare decât în țările din vest, din cauza numeroşilor angajați care se învârtesc inutil pe lângă agregate.

În varianta I se prezintă costurile lucrărilor convenționale utilizându-se maşini din dotarea firmei Horsch, prezentă şi pe piața românească. Calculele sunt efectuate la o fermă austriacă din estul Câmpiei Panonice de către Thomas Ulm.

Tabelul 23

Varianta I
Nivelul costurilor în sistemul convențional de lucrare a solului cu maşini moderne

	Lucrări ale solului	Maşinile	Costuri			
			Costuri variabile (Euro/ha)	Costuri fixe (Euro/ha)	Forţă de muncă (ore)	Consum motorină (litri)
	Dezmiriştirea	Gruber superficial 10 mm	13,9	35,2	0,5	10
	Lucrări ale solului care deplasează, mişcă stratul arabil	Plug 5 brazde reversibil	28,9	42,1	0,8	14
	Pregătirea patului germinativ şi semănatul.	Maşină pneumatică de semănat în mulci (vezi figura 121)	13,5	51,3	0,4	10
Total			56,3	128,6	11,7	34
Total în Euro/ha			56,3	128,6	25,5	27,2*
						237,6

* În condițiile subvenționării motorinei. În caz că subvenția nu are loc, costul creşte cu circa 11 Euro/ha la actualele prețuri.

Tabelul 24

Varianta II
Nivelul costurilor în sistemul conservant de lucrare a solului, fără deplasarea acestuia

	Lucrări ale solului	Maşinile	Costuri				
			Costuri variabile (Euro/ha)	Costuri fixe (Euro/ha)	Forţă de muncă (ore)	Consum motorină (litri)	
	Dezmiriştirea	Gruber superficial	13,5	34,7	0,5	10	
		Gruber adânc	15,7	34,7	0,6	12	
	Lucrări care nu deplasează solul. Pregătire pat germinativ + semănat.	Maşină pneumatică modernă de semănat bob cu bob (vezi figura 199a)	13,5	51,2	0,4	10	
Total			42,7	120,6	1,5	32	
Total în Euro/ha			42,7	120,6	22,5	25,6	211,4

Figura 176. **Maşina pneumatică modernă pentru semănat bob cu bob** (în mare – sus şi în detaliu – jos). Foto autor 26.03.2010 – semănat mazăre – direct după o lucrare cu tigerul în toamna lui 2009.

Tabelul 25

Varianta III
Nivelul costurilor lucrărilor de întreținere în condițiile lucrărilor superficiale fără deplasarea solului

	Lucrări ale solului	Maşinile	Costuri				
			Costuri variabile (Euro/ha)	Costuri fixe (Euro/ha)	Forţă de muncă (ore)	Consum motorină (litri)	
	Lucrări superficiale de dezmiriştire	Gruber superficial 10 mm	13,5	34,7	0,5	10	
	şi pregătire a patului germinativ	Maşină pneumatică modernă de pregătit şi semănat	13,44	51,2	0,4	10	
Total			26,94	85,9	0,9	20	
Total în Euro/ha			26,94	85,9	13,5	16	142,34

Tabelul 26

Varianta IV
Nivelul costurilor lucrărilor de semănat direct, grâu după rapiță

Lucrări ale solului	Maşinile	Costuri				
		Costuri variabile (Euro/ha)	Costuri fixe (Euro/ha)	Forţă de muncă (ore)	Consum motorină (litri)	
Pregătirea patului germinativ	Maşină pneumatică, ca mai sus	13,44	51,2	0,4	10	
	Aplicare Round-up	15	15	0,3	1,1	
Total		28,44	66,2	0,7	11,1	
Total în Euro/ha		28,44	66,2	10,5	8,88	114,2

Tabelul 27

Recapitulare

	Lucrări	Costuri	%	Diferenţă	
1	Convenţional cu folosire plug şi deplasare teren	237,6	100	MT Euro	%
2	Lucrări conservare cu gruber adânc, fără deplasare sol	211,4	88,9	- 26,2	- 11,1
3	Lucrări minime şi superficiale	142,34	59,9	- 95,26	-40,1
4	Fără lucrări - semănat direct.	114,2	48,1	-123,4	-51,9

Matricele prezentate mai sus pot fi convingătoare şi pentru agricultorii români în măsura în care reducerile costurilor cu lucrările solului sunt susținute de recoltele mari şi de calitate. Asupra rezultatelor din spațiul românesc vom reveni.

8.5. CERCETĂRI ŞI PRACTICI ASUPRA LUCRĂRILOR SOLULUI ÎN ZONA ROMÂNEASCĂ

Am prezentat în capitolul „Asolamente” o schemă prin care am demonstrat că solurile din România se deosebesc fundamental de cele din vestul Europei. Acelaşi lucru putem spune şi despre condițiile de climă, deşi acestea din urmă, din cauza modificărilor climatice energice din ultimul timp nu mai respectă regulile stabilite de zeci de mii de ani privind comportamentul climatic.

1) Solurile României sunt mult mai diverse şi în mod natural cu un conţinut cu mult mai mare de argilă decât cele din vest. Conţinutul de argilă din solurile Europei creşte de la vest spre est, de la 5-10% în Germania, la 12-13% în Austria de Est la 20-24% în Câmpia Panonică a Austriei de Est pentru ca pe numeroase soluri din sudul, centrul şi vestul României să depăşească şi 35%.

2) Humusul solurilor este diferit în teritoriile din vest de cele din est. În vest conţinutul de humus variază între 0,5 şi 7% şi se prezintă sub formă de materie organică în curs de descompunere, sau descompusă (C), dar mai rar heteropolicondensată în acizi huminici durabili şi consistenţi.

În Ungaria, România şi Bulgaria solurile sunt formate dominant sub stepe, în condiţii de umiditate redusă şi au beneficiat de condiţii pentru o heteropolicondensare avansată. Din aceste motive, raportul între HC/C (humus condensat/carbon) a fost şi continuă să fie în favoarea primului. După luarea în cultură, din cauza arăturilor la adâncimi constante şi frecvente, oxidarea humusului s-a instalat în decurs de 30 de ani pierzându-se peste 50% din avantajele comparative pe care solurile româneşti le-au avut faţă de cele din vestul Europei. Majoritatea solurilor din Câmpia Română de Sud, de Vest, de Est şi Centrală suferă grav din cauza compactităţii, a eroziunii, a lipsei structurii şi activităţii biologice, a lipsei capacităţii, a fiabilităţii de a conserva apa şi de a reface circuitele nutritive şi biologice ale solului. În aceste condiţii, nivelul producţiilor medii la cereale, porumb şi plante tehnice se situează la 40-50% din cel al ţărilor din vest.

Există mulţi factori care au condus la această situaţie, unul dintre ei fiind dat de sistemul de lucrări ale solului.

8.5.1. Despre sistemele de lucrări în România

Chiar şi pentru fermele de elită, principalul sistem de lucrare a solului în ultimii 40 de ani a fost cel convenţional, din care lucrarea de arat nu a lipsit niciodată. Chiar şi astăzi, majoritatea fermierilor practică acest sistem, iar rezultatele experimentale îi sunt superioare ca nivel al producţiei.

Prezentăm pentru început rezultatele obţinute în nord-estul ţării la staţiunea didactică a Universităţii de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Iaşi (Jităreanu şi colab., 2008). Experimentele au fost efectuate pe un cernoziom cambic cu textură luto-argiloasă. Sistemele de lucrare a solului au fost următoarele:

1. Sistem convenţional = A20-22 + GD + combinator.
2. Sistem neconvenţional (conservativ) = cizel + agregat complex.
3. Sistem no-tillage = semănat direct.

Experimentele au fost efectuate în 2007, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 28. Din tabel rezultă că pentru două din culturile studiate orice alt sistem de cultură în afară de cel convențional rezultatele de producție sunt foarte semnificativ negative.

Tabelul 28

Influența sistemului de lucrare asupra producțiilor obținute la grâu şi la rapiță

Cultura / Varianta	Grâu	Rapiță	
	Producția (kg/ha)	**Diferența (kg/ha)**	**Producția (kg/ha)**	**Diferența (kg/ha)**
Sistem convențional	8034	-	2553	-
Sistem minim	7105	-929^{ooo}	2321	-231,6^{ooo}
Sistem no-tillage	6628	-1406,4^{ooo}	2118	-434,6^{ooo}

$DL_{5\%}$ = 239,7 kg/ha $DL_{5\%}$ = 33,6 kg/ha
$DL_{1\%}$ = 397,5 kg/ha $DL_{1\%}$ = 55,7 kg/ha
$DL_{0,1\%}$ = 742,4 kg/ha $DL_{0,1\%}$ = 104,0 kg/ha

O asemenea situație face excepție de la regulile europene şi suntem tentați să credem fie că solurile din zonă au strictă nevoie de plug, fie că există alți factori colaterali de influență. Analizele ne-au dus la următoarele concluzii:

– Datele sunt numai pe o perioadă de un an (2007) şi deci nu pot fi concludente.

– Nu s-a făcut o ecologizare specifică a solului printr-o perioadă de tranziție de 3 - 5 ani, care să permită implementarea celorlalte două sisteme.

– Nu s-a introdus materie organică în sol şi nici nu s-au înființat culturi intermediare.

– Este neclar definită activitatea maşinilor şi a agresiunii lor asupra solurilor.

Din aceeaşi zonă a nord-estului României vin rezultate mai recente (Teanu, Jităreanu şi colab., 2009), care arată că dacă solul este pregătit pentru lucrări minime, rezultatele, atât în ceea ce priveşte calitatea solului cât şi a nivelului recoltelor arată avantajele sistemelor de conservare (vezi tabelul 29).

Cel puțin trei din indicatorii legați de cultivarea porumbului, şi anume producția, stabilitatea hidrică a structurii şi consumul de motorină sunt net

favorabile sistemelor de lucrări de conservare. Autorii nu ne comunică detalii despre asolament, dar presupunem că el a fost unul convenabil, care s-a interacţionat sinergic cu lucrările solului. Altminteri, rezultatele ar fi fost similare cu cele din tabelul anterior.

Tabelul 29

Rezultatele obținute la porumb boabe în nord-estul României prin trecere de la sistemul convențional la sistemul conservativ de lucrări ale solului
(Teanu, Jităreanu şi colab., 2009)

Nr. crt.	Variante	Recoltă la porumb		Consum motorină l/ha	Stabilitatea hidrică a agregatelor structurale %
		kg/ha	%		
1	Lucrări intensive cu plug	2750	100,0	34,6	63,65
2	Lucrări intensive dar cu disc, maşini încorporate.	2910	105,82	27,06	67,83
3	Lucrări fără plug, conservare nivel I (Cisel, disc vibrocultor)	3030	119,18	28,2	68,70
4	Lucrări fără plug + agregate complexe.	3280	119,27	21,5	63,07
5	Lucrări fără plug. Lucrări conservare grad II (minime)	3520	128,00	24,7	70,72
6	Idem alte maşini.	3430	124,73	18,7	70,2

Deplasându-ne în partea de vest a României am selecționat pentru prezentare cercetările efectuate de Manea N, şi colab. (2009) în cadrul Universității de Ştiințe Agricole şi Medicină Veterinară Banat, Timişoara. Cercetările au fost efectuate în perioada 2006-2009 pe un cernoziom cambic luto-argilos (37% argilă) şi a vizat efectul sistemelor de lucrări ale solului asupra însuşirilor fizice ale acestuia, a buruienilor şi a producției la grâul de toamnă şi porumb.

Din punct de vedere al indicatorilor fizici, pe adâncimea de până la 30 cm nu apar deloc diferențe semnificative între lucrările convenționale şi lucrările de conservare. Densitatea aparentă este la fel de bună la lucrările cu plugul ca şi la cele efectuate cu cizelul pe întreaga adâncime de 0-30 cm, indiferent de cultură (1,15 ± 10% în stratul superficial şi 1,38 ± 7% în stratul profund).

Diferența între cele două culturi este, de asemenea, nesemnificativă (1,30 la grâu, şi 1,31 la porumb).

Figura 177. **Plug cizel. Are avantajul că nu deplasează solul pe orizontală. Îl afânează în forma lui naturală**

Acelaşi lucru se poate spune şi despre porozități, care față de solurile normale prezintă anumite dezechilibre. Este cunoscut că pentru o desfăşurare foarte echilibrată şi ecologică a proceselor biologice în sol raportul între spațiile destinate apei şi aerului ar fi necesar să fie 25/25. Or, în cazul cercetărilor efectuate de Manea şi colab. (2009) avem următoarea situație pe adâncimea de 0-30 cm:

– Porozitate totală aprox 48,6 ± 0,4%

– Porozitate de aerație aprox 13,2 ± 0,3%.

Or, cele două forme de porozități ar fi trebuit să fie relativ egale. Din total aerație se degajează 34-38% porozitate pentru apă şi numai 16-12% pentru aer, pentru amândouă culturile. Noi putem trage concluzia că solurile pe care s-au făcut cercetările necesită încă multă activitate de ecologizare şi în primul rând de introducere de materie organică fie moartă (paie + gunoi de grajd), fie vie, mulci din culturi intercalate, sau bioactivatori sub formă de composturi pentru a regla procesele biologice din sol şi a obține maximum din

inputurile naturale posibil a fi obținute (N fixat biologix, P şi K, mobilizate din rezerva solului).

Gradul de îmburuienare este cu 74% mai mare în lucrările de discuit la grâu, şi cu 63% la porumb, iar hidrostabilitatea agregatelor este de fiecare dată mai mare pe întreaga adâncime studiată în cazul lucrărilor reduse ca număr. În condițiile mai sus prezentate, nivelul recoltelor obținute este prezentat în tabelul 30.

Tabelul 30

Producții obținute la grâu şi porumb în funcție de diferitele sisteme de lucrare a solului

(Manea şi colab., 2009)

Sistemul de lucrări	Grâu de toamnă			Porumb		
	kg/ha	%	Diferenţa kg/ha	kg/ha	%	Diferenţa kg/ha
Plug (arătură) + disc	5160	10,0	Mt	5870	100,0	Mt
Discuiri 2 x	4971	96,3	-189	4726	80,51	-1146
Paraplug + disc	4875	92,7	-375	5661	96,4	-209
Cisel + disc	4901	95	-259	5542	94,4	-329

$DL_{5\%}$ = 177,64 kg/ha $DL_{5\%}$ = 251,91 kg/ha
$DL_{1\%}$ = 247,68 kg/ha $DL_{1\%}$ = 337,37 kg/ha
$DL_{0,1\%}$ = 349,11 kg/ha$DL_{0,1\%}$ = 485,70 kg/ha

Concluziile autorilor sunt acelea că însuşirile fizice ale solului s-au îmbunătățit prin aplicarea lucrărilor solului, dar că nivelul producțiilor se situează semnificativ negativ sub nivelul arăturii, discuirea în cazul porumbului fiind de-a dreptul catastrofală.

Cel mai apropiat de plug este cizelul şi susțin că această unealtă sau altele mai perfecționate, prezente acum pe piață vor putea înlocui complet arătura ca nivel al producțiilor la orice cultură, câştigând avantajele fizice şi biologice pentru sol, care prin tranziția obligatorie spre modelele naturale vor câştiga în viitor producții din ce în ce mai mari şi mai bune calitativ cu costuri tot mai reduse.

Cel mai mare institut de specialitate din România (Institutul Național de Cercetare şi Dezvoltare Agricolă Fundulea – INCDA) urmare a numeroaselor proiecte a publicat rezultate foarte interesante privind influența diferitelor lucrări de bază ale solului asupra diferitelor culturi.

Prezentăm pentru început rezultatele obținute prin proiectul de cercetare PS 232 faza 4 (2009). Din punct de vedere al tendinței de refacere a fluxurilor pe profil s-a lucrat în două sisteme:

S1 - scarificat la 60 cm
S2 - nescarificat
Pe acest fond au fost efectuate următoarele lucrări:
L1 - arat cu plugul cu cormană la 20-25 cm + grapat
L2 - arat cu plugul cizel la 18-20 cm
L3 - lucrat cu discul cu săgeți (cultivator) 13-15 cm
L4 - lucrat cu benzi
L5 - nelucrat.

Rezultatele obținute în rețea cu acest sistem de lucrări sunt cuprinse in tabelul 30.

Scarificarea solului se dovedeşte a fi potrivită oferind un uşor spor de producție. Lucrarea cu plugul se dovedeşte şi ea a fi superioară față de celelalte sisteme de lucrări. La Fundulea însă unde preocupările pentru ecologizarea şi tranziția solului spre o agricultură modernă sunt mai pregnante, semănatul direct a dat cele mai bune rezultate. Există deci dovezi reieşite din cercetare că sistemul de lucrare prin conservare poate aduce rezultate bune şi în România.

Tabelul 31

Rezultate privind influența afânării adânci şi a sistemelor de lucrare a solului asupra producției culturii de grâu (t/ha) în anul 2009

Afânarea adâncă	LOCALITATEA			PRODUCŢIA MEDIE
	Fundulea	Simnic	Teleorman	
Scarificat	4,589	4,066	4,297	4,318
Nescarificat	4,553	4,052	4,261	4,289
Lucrarea solului				
Arat	4,472	4,823 a	4,460 a	4,585 A
Cizel	4,392	4,273 b	4,125 c	4,263 BC
Disc cu săgeţi	4,605	4,183 c	4,257 b	4,349 B
Lucrat în benzi (efect remanent)	4,653	3,507 d	4,200 bc	4,120 C
Nelucrat	4,735	3,507 d	4,355 ab	4,199 BC

Cifrele urmate de aceeaşi literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul de 5%.

Pe de altă parte, consumurile de inputuri sunt semnificativ mai mici, atât pe unitatea de suprafață cât şi pe unitatea de produs. La Fundulea, de exemplu, valoarea totală a inputurilor pentru lucrările agricole la cultura grâului sunt de aproape două ori mai mici în cadrul semănatului direct şi de 1,09 ori mai mici în cazul lucrărilor cu combinator (tabelul 32).

Tabelul 32

Influenţa sistemelor de lucrări ale solului asupra consumului de motorină, forţă de muncă şi a cheltuielilor la grâu, Fundulea 2009

Sistemul de lucrări ale solului	Producţia	Consumuri de tonă la produs			
		Motorină	Ore muncă	Materiale	TOTAL
	t/ha	l	ore	lei	lei
CONVENŢIONAL	4.47	12.9	1.03	278.0	332.4
CIZEL	4.39	9.4	0.76	283.0	322.9
DISC CU SĂGEŢI	4.61	8.5	0.66	269.9	305.6
NELUCRAT	4.74	5.4	0.48	154.6	177.6

Parametrii fizici ai solului sunt influenţaţi atât de scarificare care pe adâncimea de până la 30 cm reduce rezistenţa la penetrare cu până la 24 N/cm^2 (figura 178) cât şi de sistemul de lucrări, lucrarea cu plugul fiind principalul factor de reducere a compactităţii (figura 179).

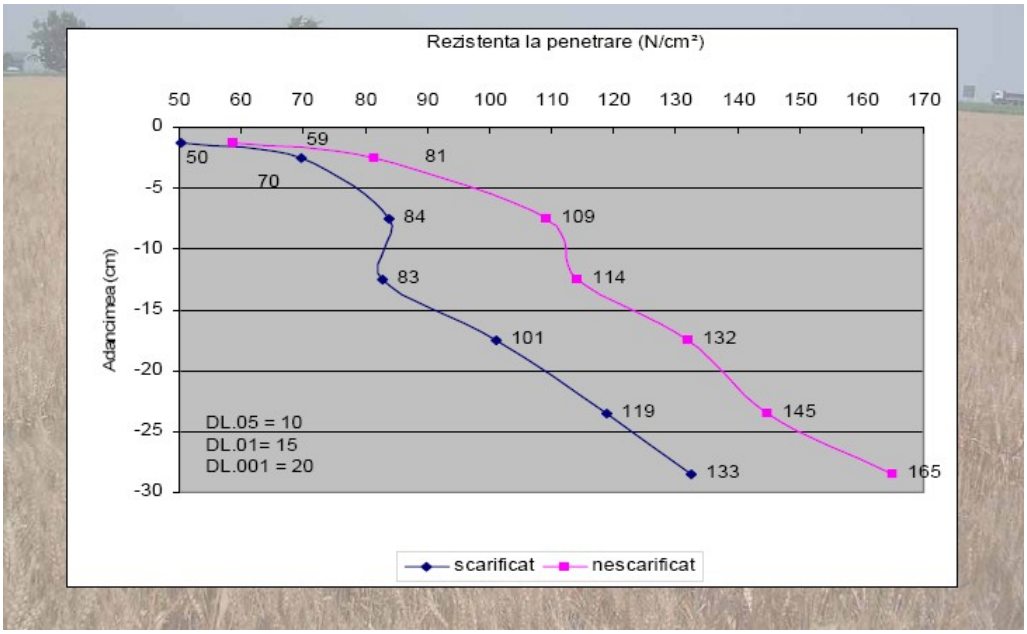


Figura 178. **Influenţa afânării adânci (efect remanent) asupra rezistenţei la penetrare (N/cm^2), la recoltat** (Fundulea, 2009)

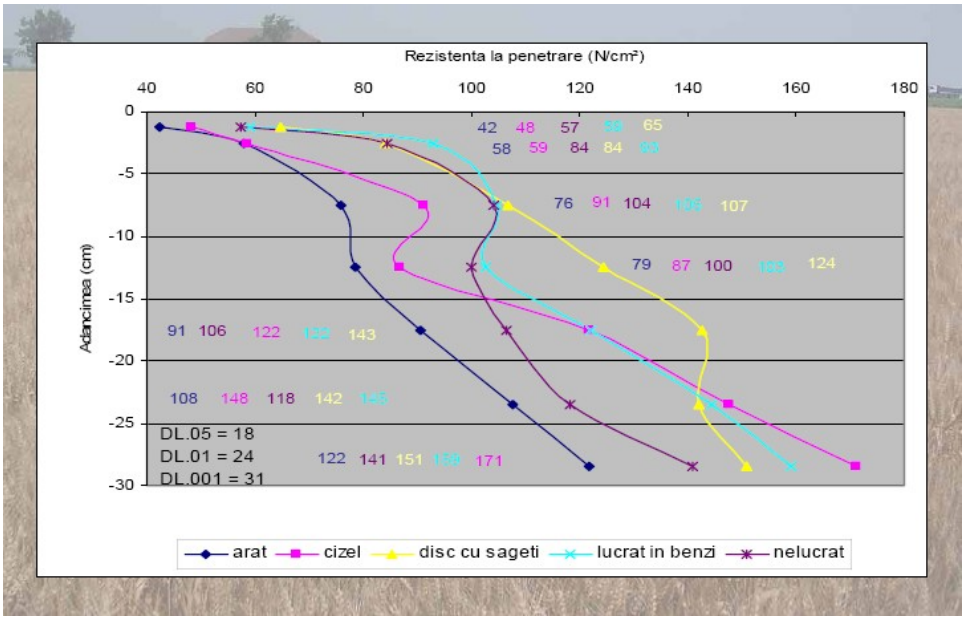


Figura 179. **Influenţa metodei de lucrare a solului asupra rezistenţei la penetrare (N/cm²), la recoltat** (Fundulea, 2009)

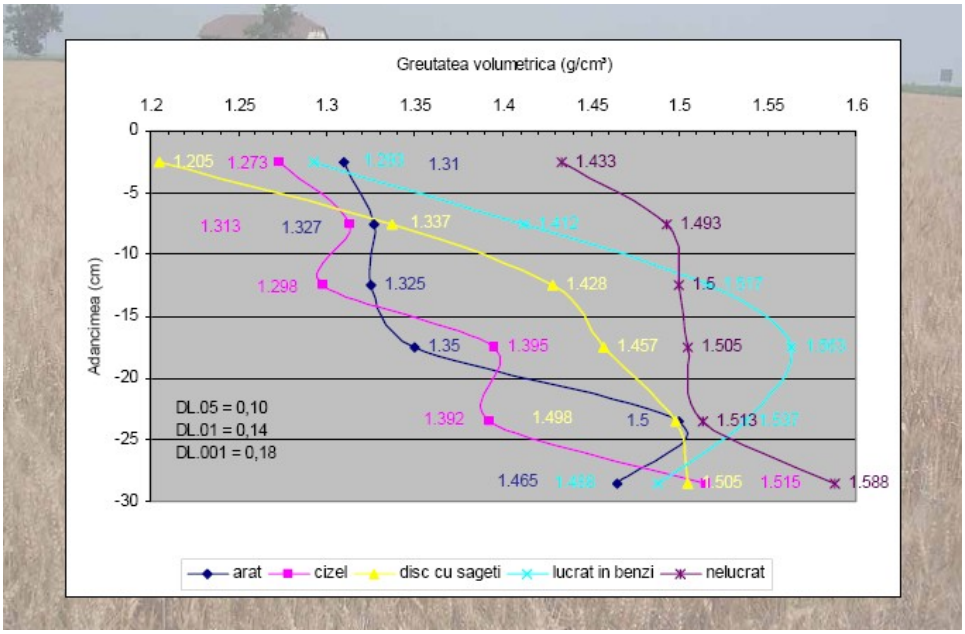


Figura 180. **Influenţa metodei de lucrare a solului asupra greutăţii volumetrice (g/cm³), la recoltat** (Fundulea, 2009)

Cum determinările s-au efectuat numai în stratul arabil, ne lipsesc date asupra rezistenței la penetrare în profunzime la adâncimi mai mari de 30 cm, şi aceasta numai pentru a cunoaşte în ce măsură fluxurile de apă, microorganisme pe profil ar putea fi refăcute, pentru a se activa modelele naturale de producție.

Un alt indice studiat a fost greutatea volumetrică exprimată în g/cm^3/sol. Rezultatele sunt prezentate în figura 180, din care reiese că lucrarea cu cizelul aferă aceleaşi valori ale indicelui ca şi arătura. Semănatul direct menține o greutate volumetrică relativ constantă pe profil, iar celelalte două sisteme de lucrări prezintă variații semnificative cu valori mici la suprafață şi mai mari în profunzime. Cercetătorii de la Fundulea în concluziile lor subliniază următoarele:

– Sistemele de lucrări destinate conservării solului la grâu au o dependență mare de însuşirile fizice ale solurilor şi de evoluția condițiilor naturale. Anii cu deficit de umiditate sunt mai favorabili acestor sisteme de lucrări.

– Pe de o parte reducerea lucrărilor solului, iar pe de altă parte protejarea acestuia cu resturi vegetale (paie, coceni, tulpini floarea-soarelui, tulpini rapiță etc.) reprezintă o cale eficientă de acumulare, conservare şi utilizare a apei din precipitații şi irigații, de modificare a însuşirilor fizice privind densitatea aparentă, porozitatea, rezistența la penetrare, permeabilitatea pentru apă şi de asigurare a producțiilor de grâu în condiții de mediu mai puțin favorabile (este vorba aici şi de adaptarea sistemului de lucrări la noile condiții de climă în permanentă şi agresivă modificare).

– În timp (perioada de tranziție) efectele benefice ale lucrărilor de conservare se vor reflecta şi în ameliorarea solurilor şi a condițiilor de mediu.

La rândul său, Sin şi colab. (2007) vorbesc de atenția sporită care se acordă lucrărilor solului, în general, pe terenurile în pantă supuse eroziunii, a solurilor grele, cu conținut foarte mare de argilă, solurilor saraturate, şi solurilor nisipoase. S-au stabilit pentru fiecare categorie metode adecvate de lucru cu rol protector şi ameliorator al acestora. Cercetări numeroase au fost efectuate pentru elaborarea unor sisteme de lucrare minimă a solului, în diferite variante, inclusiv zero tillage, cu sau fără mulcire, acestea demonstrându-şi efectul de reconstrucție durabilă a solului.

Pentru stabilirea celui mai potrivit sistem de lucrări ale solului în spațiul românesc este necesară o analiză atentă a întregului mozaic al solului şi a condițiilor climatice care stau în spatele lui.

În acest sens, o contribuție importantă asupra zonării tipurilor de lucrări (cele mai potrivite) în raport cu condițiile discutate au fost efectuate de Elisabeta D. Canarache A. şi colab., (2004). Ei sunt primii autori care

cercetând în sudul țării din Dobrogea şi până la Drăgăneşti, au demonstrat pentru prima dată viabilitatea metodelor conservatoare asupra şi a altor culturi, cum ar fi porumbul şi floarea-soarelui (vezi tabelele 33 şi 34).

Tabelul 33

Recolta de porumb boabe şi floarea-soarelui (t.ha-1) : Brăila, Dobrogea în 2001/2003 (după Dumitru E. şi colab., 2004)

Tehnologia de lucrare a solului	Dobrogea			Brăila	
	2002 - porumb	2003 - porumb	2003 - floarea-soarelui	2002 - porumb	2003 - floarea-soarelui
Convenţională	5,38	6,15	1,81	3,23	2,67
Disc[1]/paraplug[2]	3,87	3,59	1,61	4,44	2,30
Cizel	5,04	4,58	1,83	4,06	2,24
No-tillage	2,86	2,35	1,25	2,64	2,28
Test Tukey (W5%)	0,30	0,51	0,35	0,64	0,34
Test Student (DL5%)	0,24	0,32	0,25	0,38	0,22

1 – disc la Dobrogea, 2 – paraplug la Brăila.

Tabelul 34

Indicele suprafeței foliare pentru cultura de porumb determinat în perioada de vegetație şi recolta obținută pentru porumb şi floarea-soarelui - Drăgăneşti 2002 şi 2003

după Dumitru E. şi colab., 2004)

Tehnologia de lucrare a solului	Momentul de observaţie				Recolta (t.ha[1]) 2002	
	23.05.2002	18.06.2002	9.07.2002	20.08.2002	2002 - porumb	2003 - floarea-soarelui
Convenţională	0,08	1,77	3,10	2,29	9,07	1,90
Intensivă	0,09	1,76	3,24	2,53	10,39	1,90
Lucrare redusă	0,08	1,68	3,34	2,66	11,23	2,10
Lucrare combinată	0,08	1,70	2,97	2,58	6,86	1,92
Test Tukey (W5%)	0,02	0,02	0,04	0,05	0,40	0,60
Test Student (DL5%)	0,01	0,01	0,04	0,04	0,33	0,43

Chiar dacă recoltele nu au fost foarte mari în zona Brăila şi Dobrogea, lucrările de conservare au fost superioare celor convenționale, iar în zona Drăgăşani producțiile de porumb în varianta lucrări reduse au depăşit 11 t/ha şi producțiile de floarea-soarelui s-au situat la nivelul cel mai înalt, tot în această variantă.

Analizele pe teritoriul României arată că majoritatea solurilor arabile din România sunt „moderat vulnerabile”, iar păşunile din partea centrală a ţării sunt cele mai vulnerabile la compactare (figura 181). (Date furnizate de Institutul Naţional pentru Pedologie şi Agrochimie).

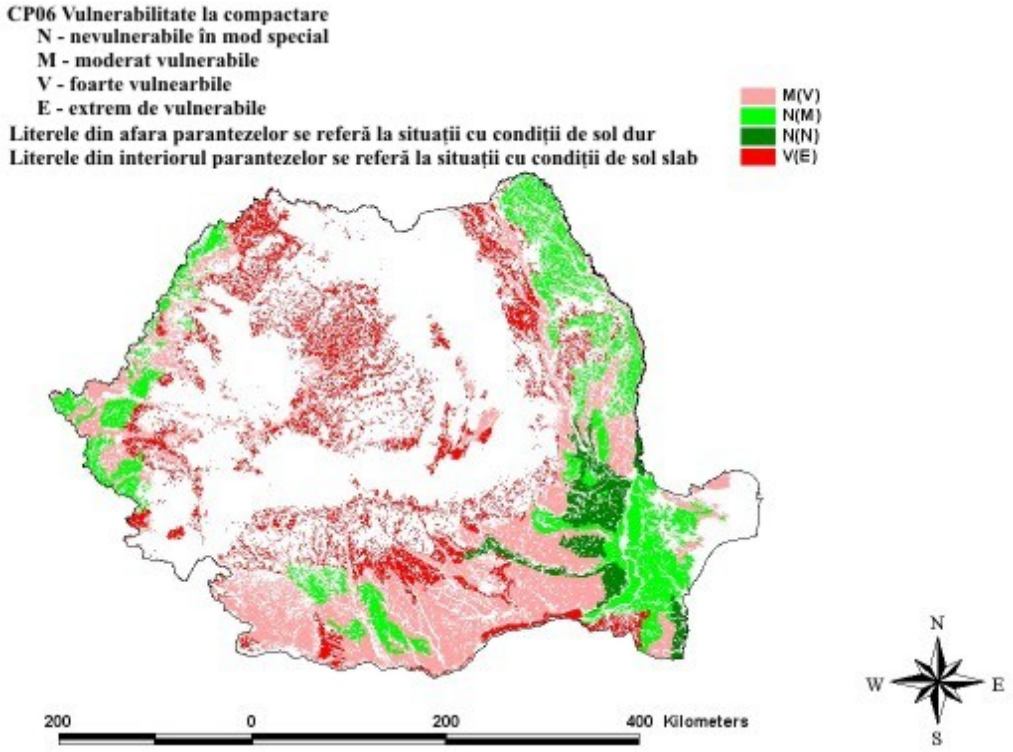


Figura 181. **Vulnerabilitatea la compactare a solurilor arabile**

Cunoaşterea vulnerabilităţii la compactare pune la dispoziţia agricultorilor şi posibilitatea regândirii sistemelor de lucrare. Pentru orientare, aceiaşi cercetători au alcătuit o hartă a pretabilităţii solului la diferite sisteme de lucrare (figura 182).

O asemenea încercare este unică în spaţiul european, dar foarte necesară, pentru că în România schimbarea mentalităţii agricultorilor privind abandonarea deplasării, a vânturării solului cu plugul, a pierderii apei, arderii humusului, măririi cantităţilor de CO_2 din aer şi mărirea corelativă a contribuţiei la ridicarea temperaturilor atmosferei, sunt indicatori încă neconştientizaţi chiar şi de către unii agricultori consideraţi manageri de top (vezi şi figura 183). Din această cauză sunt necesare cercetările pe termen lung pe soluri specifice de către consultanţa de specialitate care se va naşte curând şi în România.

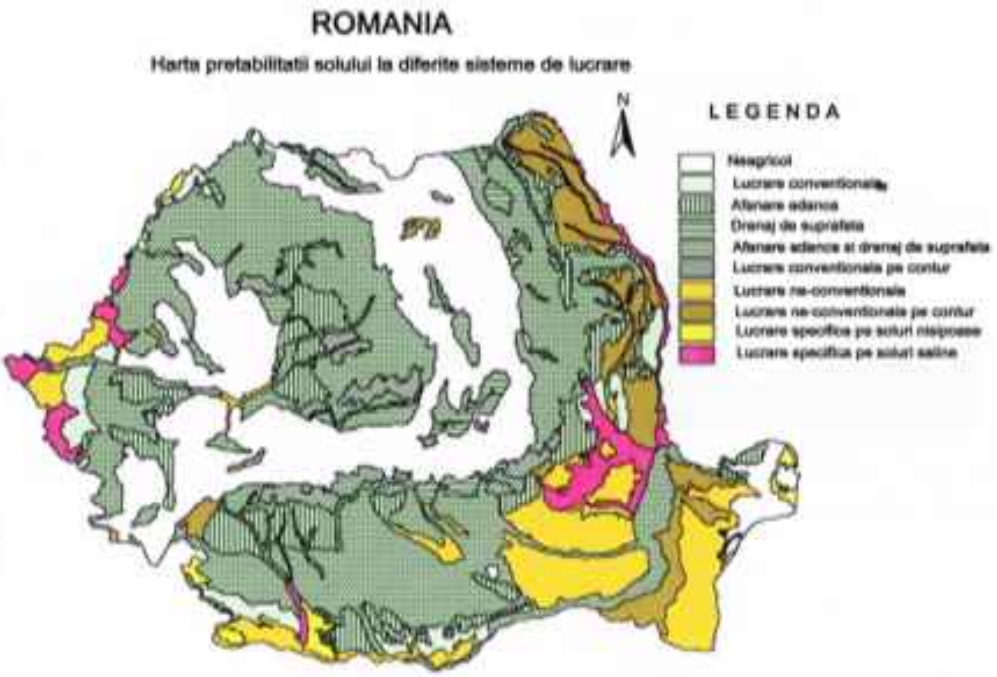


Figura 182. **Harta pretabilităţii solului la diferite sisteme de lucrare**

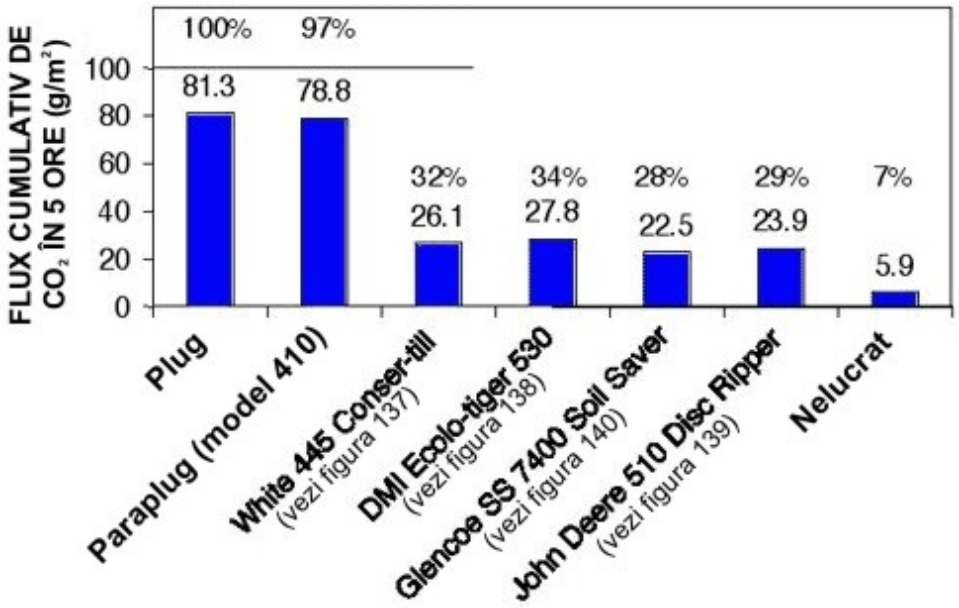


Figura 183. **Emisiile de CO_2 în funcţie de diferitele sisteme de lucrare a solului** (După Integrated Crop Management, 18 martie 2002)

Reintensificarea agriculturii, cu respectarea mediului ține de responsabilitățile tuturor agricultorilor lumii. Prin reînverzirea energică a câmpurilor agricole, CO_2 va fi readus în sol sub formă de humus prin reducerea lui din atmosferă şi calmarea agresiunilor climatice.

Figura 184. **Utilaj destinat lucrărilor minime ale solului şi reducerii cu 53% a emisiilor de CO_2 comparativ cu aratul cu plugul** (foto producător)

Figura 185. **Ecotiger, destinat prelucrării minime a solurilor şi reducerii emisiilor de CO_2 cu peste 50% comparativ cu lucrarea cu plugul** (foto firmă producătoare)

Figura 186. **Disc Ripper, destinat pregătirii solului în sistem de conservare, care reduce de 3,4 ori emisiile de CO_2, comparativ cu arătura cu plugul**

Figura 187. **Utilaj Glencoe SS 7400 Soil Saver, destinat lucrărilor în sistem minim, care reduc emisiile de CO_2 de 3,61 ori comparativ cu arătura cu plugul clasic** (foto firmă producătoare)

Toate aceste utilaje, care, mai ales în America s-au utilizat pe milioane de hectare şi au contribuit la conservarea solurilor, reducerea eroziunii şi a emisiilor de CO_2 sunt astăzi deja depăşite, o nouă serie de maşini venind să le ia locul în utilizarea sistemelor de conservare.

8.5.2. O gândire pentru România în domeniul lucrărilor de conservare a solurilor

Prima întrebare pe care şi-o pun mai ales agricultorii mari, aşa cum spuneam unii dintre ei performanți, din spațiul agricol românesc este aceea a necesității modificării sistemului convențional cu unul conservator sau cu no tillage. Cei mai mulți din ei, din cauza lipsei de informație ştiințifică recentă nu văd această necesitate.

În fond, această viziune nu poate apărea instantaneu. În România investigațiile asupra „stării solului" se fac rar şi greu. Din aceste motive există concepția dăunătoare că, cu cât se intervine mai mult asupra solului, cu atât există premiza unor producții mai mari. Personal am trăit şi situații în care manageri agricoli, consacrați, au folosit lucrarea de arat cu plugul imediat după o scarificare la 60 cm adâncime, fără să realizeze că aceasta din urmă, în afara unor costuri ridicate, contribuia la degradarea accentuată a solului. Numai atunci când au refăcut analizele solului şi au constatat că în 10 ani au pierdut deja 40% din humusul solurilor sale au început să regândească sistemele de lucrări.

Dar, chiar dacă un fermier în România devine conştient de importanța acestei schimbări, există încă mult timp până acest lucru poate fi şi implementat în practică.

1. În primul rând este necesar un nou sortiment de maşini agricole, iar acestea sunt scumpe, greu accesibile agricultorilor români.

2. Este necesar un nou sistem de consultanță orientat spre noile transformări ecotehnologice în agricultură şi de un nou sistem de „educație" care este necesar să ajungă în lumea agricultorilor pe toate canalele posibile.

3. Este necesară implicarea politicului şi elaborarea unor decizii favorabile transformării. Or, exact la nivel politico-administrativ fenomenul nu este cunoscut sau este ignorat, din dispreț pentru viitorul agriculturii țării şi a planetei.

Pentru a crea programe concrete de implementare a noilor sisteme de lucrare a solului este necesară o expertiză actuală sau recentă asupra stării solurilor şi a arealelor şi culturilor din România. Nivelul producțiilor din România este foarte redus şi de calitate slabă, şi n-ar trebui să ne rămână indiferentă cunoaşterea cauzelor reale ale acestui aspect.

Există o cercetare românească, cu atât mai abandonată în ultimul timp cu cât în restul lumii civilizate investițiile în cercetare sunt considerate ca fiind salvarea viitorului națiunilor şi a planetei.

O ultimă monitorizare a solurilor României a fost efectuată acum 10 ani de către Institutul de Cercetări pentru Pedologie şi Agrochimie care, sub conducerea lui Dumitru M., (2000) a elaborat „Monitoringul stării de calitate a solurilor din România".

Dacă luăm în analiză numai 3 indicatori şi anume compactitatea solului şi conținutul de materie organică şi stabilitatea hidrică a structurii solului, constatăm următoarele la nivelul anului 2000, adică exact acum 10 ani:

1) Compactitatea solului numai până la 25 cm respectiv 35 cm. Constatăm că la acea dată în stratul arabil majoritatea solurilor aveau o compactitate redusă (412 din locații). Compactitatea a crescut cu adâncimea (241 locații mai erau favorabile, dintr-un total de 942, adică 25%) în timp ce solurile foarte compacte au crescut de la 75 locații la 200, adică o creştere de 2,7 ori. Foarte compacte erau de pe atunci solurile din sud-estul Câmpiei Române (Giurgiu, Teleorman, Ilfov, parțial Caraş-Severin, centrul Transilvaniei şi zona Moldovei în perimetrul Galați - Bacău). Prin abandon şi lucrări de foarte slabă calitate tasarea solurilor a continuat şi după anul 2000, mai ales prin accentuarea formării tălpii plugului la 30-45 cm. Or, acest aspect nu a fost studiat în România la scară națională. Urmare a studiilor noastre, considerăm că în acest moment peste 5 milioane hectare de terenuri arabile sunt grav afectate de compactitate, cu transmitere directă la deteriorarea altor indicatori, cum ar fi acumularea şi conservarea apei în profunzime, optimizarea raportului apă/aer, refacerea structurii solului şi a fluxurilor pe profil (rădăcini, micro şi macroorganisme) etc.

2) Stabilitatea agregatelor solului la apă era foarte mică şi mică în România pe cel puțin 60% din suprafața agricolă a țării, cu precădere în zonele agricole consacrate precum: Dobrogea, Câmpia Română de Sud, Câmpia Moldovei, Câmpia de Est şi parțial Câmpia Transilvaniei. Vulnerabilitatea la apă a agregatelor a condus permanent la formarea crustei, întârzierea răsăririi, densității reduse şi pierderi de producție. Între timp fenomenul s-a accentuat cu încă 20-30%, fiind de-acum o mare problemă pentru agricultorii români.

3) Materia organică din sol. Indicatorul reprezintă o însumare a MOS – în curs de descompunere cu cea oferită de humusul heteropolicondenasat. Acesta din urmă în mod deosebit reprezintă o reală bogăție a solurilor româneşti, însă în ultimii 40-50 ani el a fost redus cu circa 60%. De la soluri bogate şi foarte bogate în România, care reprezentau în anii '70 peste 85% din suprafețe, s-a ajuns în 2000 ca aceleaşi soluri să fie încadrate în categoria mică, foarte mică şi extrem de mică în procent de peste 55%, pentru ca după alți zece

ani, conform calculelor noastre, să depăşească cifra de 65%. Acesta este un dezastru naţional, care a condus la pierderea avantajelor comparative pe care România le-a avut în raport cu ţările Europei de Vest (figura 188).

În aceste condiţii, o regândire a sistemului de conservare a solului va fi însoţită şi de alte inputuri de ecologizare care să descătuşeze energiile reconstructive ale solurilor.

Se pleacă şi de la ideea că din punct de vedere textural solurile României au de 3-5 ori mai multă argilă decât cele din vest, cu excepţia Câmpiei Panonice. O asemenea stare de lucruri reduce mult capacitatea de manevră a maşinilor în câmp, momentele optime de lucrări trebuind căutate cu mare atenţie. Este un motiv să considerăm că afânarea solurilor, la care se adaugă materie organică, devine esenţială în procesul de tranziţie de la plug la minimum tillage şi la 0 tillage. Combinaţia fără plug, afânare, materie organică, culturi intermediare, cu grijă mare ca oxigenul să nu intre în cantitate mare în sol (lucrări atente la suprafaţă), constituie soluţia spre renaturalizarea terenurilor şi implicarea naturii în regenerarea energiilor pozitive şi productive ale pământului.

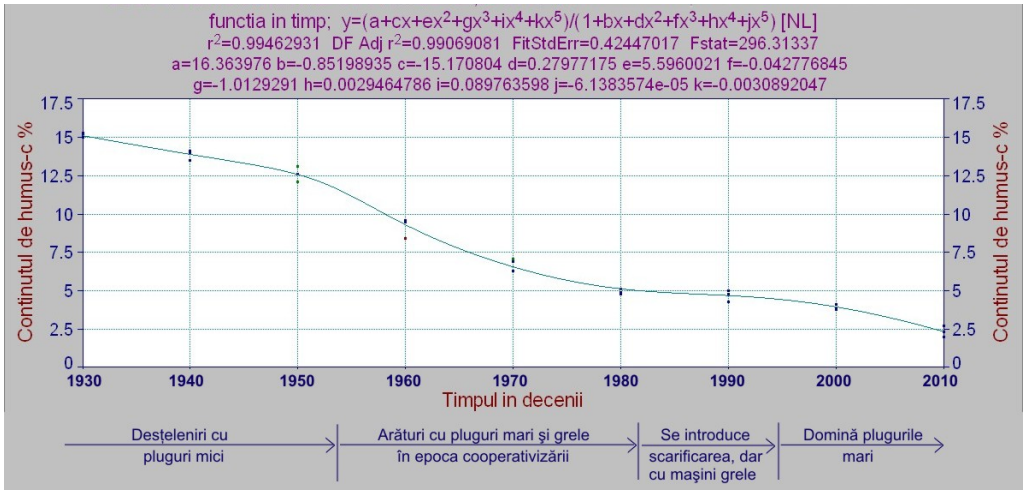


Figura 188. **Scăderea conţinutului de humus-C în solurile României în perioada 1930-2010**

8.5.3. Propuneri de introducere a unui sistem de lucrare a solului în România

Factorii care pot influenţa acceptarea sau nu a unui sistem de lucrare a solului sunt următorii (figura 189):

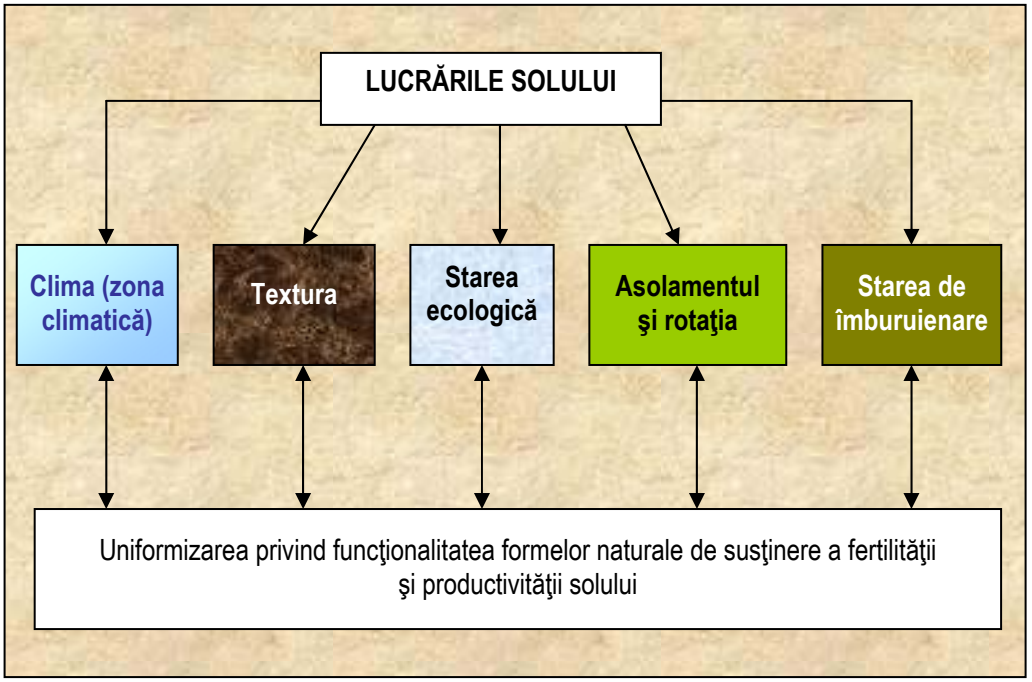
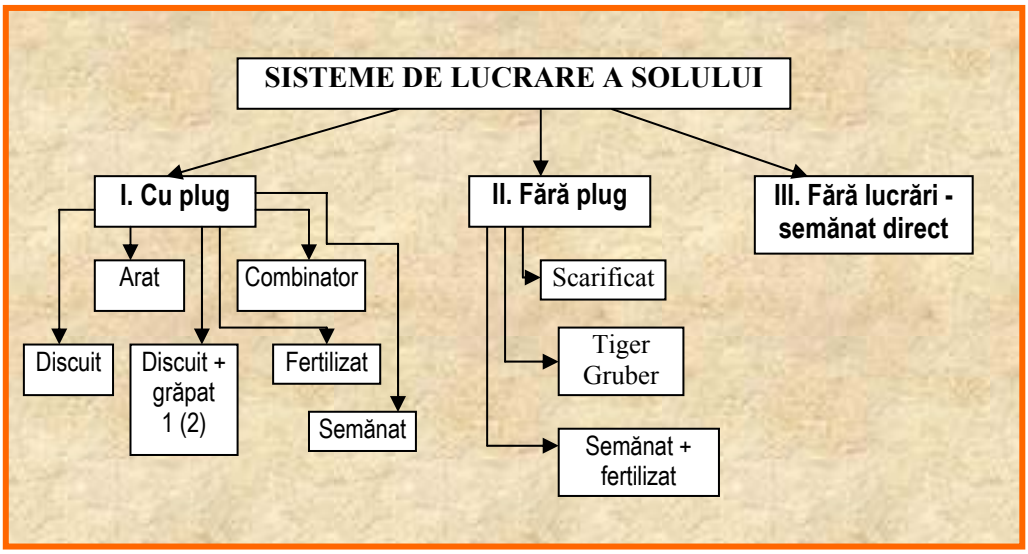


Figura 189. **Factorii care influenţează lucrările solului** (Berca M. original)

Regula 1: Lucrarea cu plugul nu se mai efectuează decât în condiţii de strictă necesitate (unele desţeleniri provenite din soluri tasate sau cultivate cu plante perene o perioadă îndelungată de ani, de exemplu după lucernă în zone umede sau la umiditate potrivită).

8.5.3.1. Studiu de caz privind abandonarea lucrării cu plugul

Am arătat în acest capitol că există trei mari sisteme de lucrare a solului. În fond s-a pornit de la două, şi anume: cu plug şi fără plug, iar sistemele de lucru fără plug au devenit astăzi cele mai solicitate, mai ales în marile ţări cultivatoare ale principalelor culturi: cereale, porumb, plante uleioase, plante textile. Fenomenul este generat pe de o parte de dorinţa marilor proprietari de terenuri de a-şi conserva resursa de sol, iar pe de altă parte de dorinţa lor de a presa asupra preţurilor într-o competiţie internaţională care se dovedeşte tot mai dură pe măsură ce cresc preţurile inputurilor. Nu este deloc întâmplător că ţări precum Brazilia, Argentina, Australia şi SUA au fost printre primele care au renunţat la plug, transformându-l în multe zone în simplu obiect de muzeu.



Costuri lucrări semănat Consum motorină 2010 = 54-60 l Valoare lucrări lei/ha = 214-236 (225)	30 - 32 115 - 120 (117,5)	11 51
100%	52%	23%

Figura 190. **Sisteme de lucrări ale solului practicate la ferma Agrovet Farm Alexandria, 2009** (cercetări proprii)

Cele trei sisteme propuse au fost experimentate în anii 2007-2010 pe un sol cernoziomic cu circa 3,5% humus şi peste 35% argilă. La acest conţinut mare de argilă sistemul cu plug nu a mai funcţionat de ani de zile din cauza formării unui strat de hardpan la o adâncime de 30-50 cm care bloca în întregime fluxurile de apă, aer, rădăcini şi biodiversitate a solului de la suprafaţă cître adâncime. Profilul solului era în felul acesta scurtat la profunzimea primilor 30 cm (figura 191).

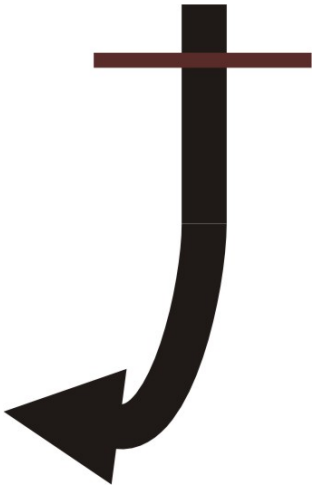
Studiile de rezistenţă a solului la această adâncime au ajuns până la 70-80 kgf/cm^2 în condiţii de secetă. Orice inputuri s-ar fi aplicat culturilor, producţia era diminuată cu 40-50%. Pe zonele de pantă în condiţiile unor ploi mai abundente, au fost prezente eroziunile de suprafaţă, fenomen extrem de periculos.

Extragerea din hardpan a unor mostre s-a efectuat cu mare dificultate (figura 192). Încercarea de a pătrunde în interiorul mostrei cu ajutorul unei şurubelniţe a fost imposibilă, mai ales în condiţiile secetei anului 2007.

Figura 191. **Din cauza stratului de hardpan fluxurile pe profil sunt blocate la 30 cm** (foto autor 2008, Alexandria, terasa Burnasului)

Figura 192. **Secvenţa de harpan extras cu o cazma militară. Semnele încercuite indică încercarea noastră fără succes de a pătrunde în interiorul mostrei cu ajutorul unei şurubelniţe** (foto autor, 2008)

Pentru distrugerea hardpanului şi reconstrucţia fluxurilor pe profil, urmare a cercetărilor făcute, s-a început la nivel de fermă (1700 ha) un program de ecologizare a solului în următoarele etape:



Varianta I, anul I: Dacă după recoltarea grâului umiditatea permite, se face direct o scarificare. S-a folosit un prototip de scarificator, constituit de către colegii Ulm, Bitterman şi Scherner într-un atelier de lângă Viena (figura 193). Utilajul deține zece brațe distanțate la 70 cm şi în profunzime este prevăzut cu vârfuri active tip săgeată (vezi desenul alăturat). În felul acesta solul nu este numai despicat, ci este uşor săltat, cam 7-10 cm, cu care ocazie hardpanul crapă şi în el apar fisuri vizibile (figura 194). Acesta a fost doar începutul procesului. După lucrarea cu scarificatorul, suprafața solului arată ca în figura 195. Mulciul de paie a rămas în cea mai mare cantitate la suprafață, protejând solul contra pierderilor de apă şi contra eroziunii.

Figura 193. **Scarificator cu zece braţe şi cu bride de siguranţă, folosit în scarificarea solurilor argiloase de pe platforma Burnasului– 2008** (foto autor)

Figura 194. **Scarificare la 60 cm cu scarificatorul din figura 193 a condus la apariţia de fisuri în stratul compact de hardpan** (foto autor 2008)

Figura 195. **Imagine a suprafeţei solului scarificat după grâu la o adâncime de 60 cm** (foto autor 2008)

La scurtă vreme după scarificare, în condiţii de umiditate optimă s-a intervenit cu o lucrare cu tigerul la o adâncime de 20 cm, pregătindu-se în felul acesta terenul pentru cultivarea rapiţei sau a altor culturi de toamnă (figura 196).

Figura 196. **Lucrarea solului cu tigerul (un gruber mai perfecţionat) şi pregătirea acestuia pentru semănatul culturilor de toamnă** (foto autor 2009)

În urma acestei lucrări, 80-90% din materia organică (mulciul de paie) este introdusă pe întreaga adâncime de 0-20, 0-30 cm, constituind o hrană ideală pentru microorganisme, care au declanşat la rândul lor procesul de mărunţire şi apoi de transformare a acesteia în substanţele huminice ideale pentru refacerea arhitecturii solului şi în continuare a fluxurilor pe profil (figura 197).

Figura 197. **Starea unei mirişti după lucrarea de scarificare, urmată de cea cu tigerul, pe un sol cernoziom-argilic din platforma Burnasului** (foto autor)

Variante la etapa 1: În cazul în care umiditatea solului este foarte redusă (pasul 1) iar lucrarea cu scarificatorul nu se poate realiza la parametrii de calitate ceruți, este preferabilă lucrarea miriştei cu tigerul la o adâncime de 10 cm, urmând ca afânarea să se facă după ce regimul pluviometric a adus în sol cantitatea de apă necesară lucrării de scarificat (figura 198).

ATENȚIE!

Observațiile noastre arată că așa-numitele scarificări superficiale la 30-35 cm nu au efectul necesar. Din motive economice sau din cauza lipsei utilajelor, mulți agricultori sunt tentați să folosească această variantă. Efectul nu este atins pentru că hardpanul nu a fost distrus în întregime, iar fluxurile pe profil nu sunt refăcute.

Figura 198. **Lucrarea cu tigerul pe o mirişte mulcită înainte de scarificare. Scopul a fost acela al introducerii parţiale a materiei organice în sol şi a acceptării apei din precipitaţii** (foto autor, 2009)

În figura 199 sunt prezentate comparativ modelele de dezvoltare a rădăcinilor de rapiță în solul scarificat şi nescarificat. Se observă o dezvoltare foarte profundă a rădăcinilor de rapiță în solul scarificat, însoțită de o rozetă bogată de frunze, care pot proteja bine mugurele de creştere, chiar şi la temperaturi cu minusuri de două cifre peste iarnă. Planta de rapiță semănată în teren nescarificat dezvoltă o rădăcină superficială şi un număr redus de frunze care cad de regulă lateral peste iarnă şi nu reuşesc să protejeze nodulul de creştere. Riscul de îngheț al plantei din stânga este de 3-4 ori mai mare decât al celei din dreapta. Dacă totuşi nu apar condițiile favorabile pentru efectuarea afânării solului la adâncimea dorită, atunci este prferabil a se face a doua lucrare cu tigerul la o adâncime mai mare pentru pregătirea patului germinativ şi amânarea lucrării de scarificat pentru toamnă, în vederea utilizării efectului ei la culturile de primăvară, sau pentru vara anului următor. Calitatea lucrărilor este decisivă pentru începerea ecologizării la scară mare a solurilor fermei.

Figura 199. **Distrugerea hardpanului se face cu o unealtă al cărei vârf este mai lat decât cel din josul acestei figuri, preluată din diverse prospecte. Fotografiile din susul figurii efectuate de noi în primăvara lui 2008 arată diferenţa de penetrare a rădăcinilor în sol nescarificat –-** stânga, **şi sol scarificat –** dreapta (original)

Etapa (pasul) II. Poate continua în acelaşi an şi în anii următori, şi constă în:

– Monitorizarea efectelor lucrărilor efectuate după primele ploi şi semănături, dar mai ales în anul următor.

– Introducerea altor elemente de ecologizare şi accelerare a proceselor biologice în sol.

Chiar din toamna anului 2008 stratul dur de sol prezentat în figura 191 a cedat sub influenţa forţelor de jos în sus, create de piesele active ale scormonitorului, creându-se fisurile prezentate în figura 194, pentru ca în anul următor să dispunem deja în zona ocupată cândva de hardpan de un sol deja structurat şi mobil (figura 200).

Figura 200. **Secvenţă din solul fost cândva hardpan. Se observă restructurarea solului deşi aceasta nu este încă stabilă** (foto autor 2009)

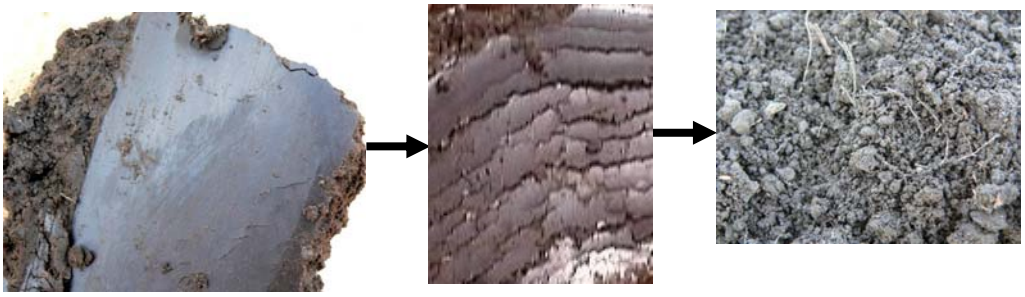


Figura 201. **Evoluţia solului din secvenţa hardpan în decursul unui an de la efectuarea scarificării**

Distrugerea hardpanului este de o mare importanţă pentru participarea lucrărilor solului la reconstrucţia ecologică a acestuia (figura 202).

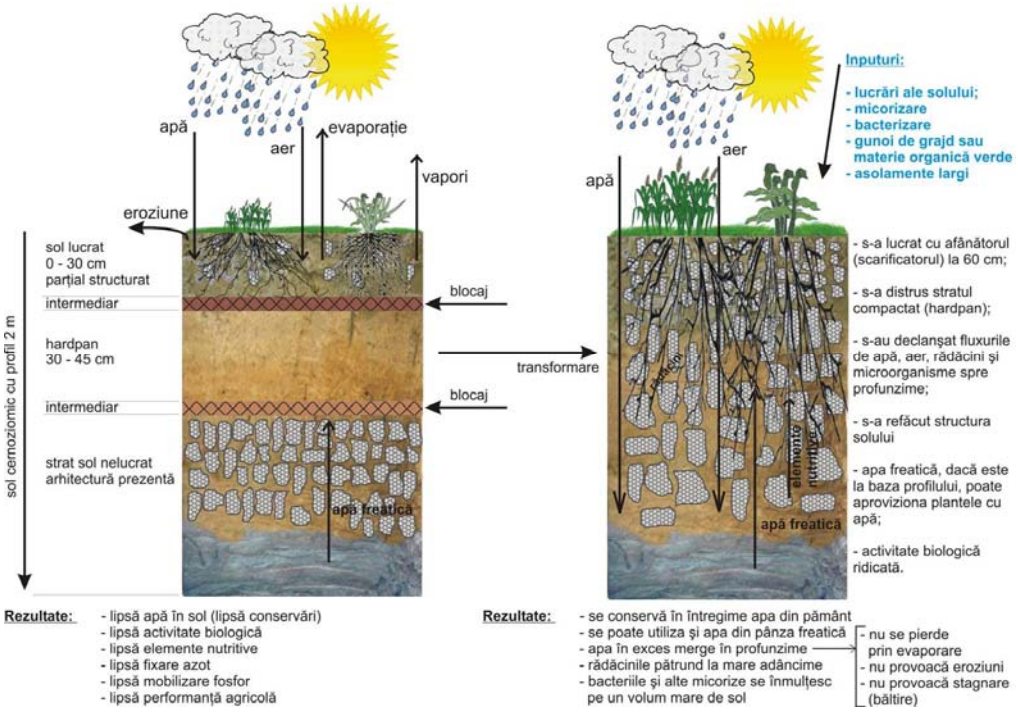


Figura 202. **Distrugerea hardpanului constituie baza de reconstrucţiei fluxurilor pe profil şi a ecologizării solurilor**

Prin dispariţia hardpanului se schimbă în întregime comportamentul întregului profil. Planta dispune acum de un alt spaţiu de viaţă, rădăcinile coboară în adâncime, la cereale până la 2-4 m, şi la fel şi alte culturi, iar la perene amelioratoare, precum lucernă, pot ajunge la 6 m. Declanşarea fluxurilor presupune mişcarea apei spre profunzime, chiar până la nivelul pânzei freatice, dar şi ridicarea ei spre rădăcinile plantelor, atunci când nu este la adâncimi mai mari de 6 m. Profilul solului pe care am lucrat are o adâncime de peste 2,5 m şi poate acumula până la 5000 m^3 apă, fără apa de constituţie.

Dacă fluxurile sunt libere, orice ploaie până la 500 mm care nu are o intensitate mai mare de 30 mm/oră poate fi 100% înmagazinată în rezervoarele refăcute ale solului şi pot contribui la aprovizionarea plantelor cu apă pe o perioadă lungă de timp. Fenomenul în sine noi îl denumim „TRANSFORMARE" şi este de o reală importanţă pentru peste 5 milioane hectare soluri cultivate în România. Avantajele obţinute prin renunţarea la plug, scarificare şi lucrare cu tigerul este necesar a fi conservate pentru lungă durată.

Durata de transformare a unui sol cu conținut de argilă de la plug la semănatul direct, trecând prin sistemul lucrărilor minime poate dura 5-6 ani. Evaluările parțiale nu totdeauna sunt favorabile. Există situații, mai ales în zonele umede în care prin sistemul II de lucrări se pot obține producții cu 5-7% mai mici. La sfârșitul perioadei de tranziție se va constata că producțiile și calitatea lor, mai ales în zonele secetoase vor fi cu 8-15% superioare, iar solul își va schimba total însușirile fizice și biochimice.

Etapa III. Este faza în care ne concentrăm pe reconstrucția humusului-C, pierdut în anii de aerisire și oxidare forțată prin folosirea excesivă a plugului. În această fază ne concentrăm pe introducerea în sol a unei cantități cât mai mari de materie organică moartă (paie, resturi tulpini de rapiță sau floarea-soarelui, tulpini tocate de porumb), care aduc fiecare în sol circa 100 kg humus-C la 1 t material organic (vezi capitolul *Humus*). Dacă dorim să accelerăm procesul de reconstrucție, cuplăm lucrările solului și cu asolamente de calitate. Prezența plantelor amelioratoare în asolamente aduc cantități importante de humus-C (160 kg la mazăre, 900 kg la lucernă) și contribuie esențial la îmbunătățirea atât a bilanțului humusului, cât și a azotului din sol (detalii se găsesc în capitolul *Nutriția plantelor*).

Etapa IV. În această etapă se folosesc culturile intermediare ca mulciuri bioactive, care se toacă în sol și se lasă pe suprafața lor, sau se lasă peste iarnă, iar primăvara se seamănă direct în mulci. Ca plante intermediare (în mirişte) se folosesc numeroase culturi. Ele sunt prezentate în detaliu într-un subcapitol special în cadrul capitolului *Asolamente*. Etapa a IV-a conduce la obținerea unui sol bogat în materie organică (SOS + humus) care fac ca volumul solului să crească cu circa 10%, iar biodiversitatea solului să crească de la circa 3 t în prezent la 20-30 t după circa 10 ani de consolidare ecologică a solului.

Atenție!

Fenomenul de reconstrucție ecologică a solului se transformă după epuizarea fazei de tranzit în unul de conservare durabilă a resursei, în care relația între plante și sol reconstruieşte modelele naturale de funcționare ale sistemului.

Dacă sistemul biologic al solului nu funcționează bine din cauza lipsei unor organisme sau microorganisme speciale, atunci acestea vor fi aduse în sistem astfel încât principalele sisteme biologice, precum fixarea azotului, micorizarea, sistemul sanitar natural, sistemul de mobilizare a elementelor imobilizate (fosfor, potasiu) să funcționeze în optimum.

Aplicarea unor composturi și activatori biologici devine obligatorie până când sistemul natural funcționează perfect.

Diferența între un sistem – fie şi parțial ecologizat şi unul neecologizat a fost vizibilă în anul 2007 la grâu (figurile 203 şi 204).

Sol arat lucrări clasice.
Producţie: 800 kg/ha
Precipitaţii în perioada de vegetaţie: 48 mm.

Sol nearat - scarificare + tiger
Producţie: 3890 kg/ha
Precipitaţii în vegetaţie: 52 mm.

Figura 203. **Comparație între lucrări clasice şi lucrări M.T. cu scarificatorul asupra stării de vegetație a plantelor (2007)** (cercetări autor)

Alexandria
Plante obţinute din culturi cu lucrări clasice

Călăraşi
Plante obţinute în sistem de lucrări M.T. cu distrugerea hardpanului

Figura 204. **Consistenţa rădăcinilor în sol ecologizat şi neecologizat**

Relaţia între plante şi sol se realizează prin intermediul rădăcinilor. Pentru specialistul agricol este foarte importantă starea solului la suprafaţa lui (figura 205 şi 206), dar este şi mai important ce se întâmplă în interiorul solului. Dacă rădăcinile nu se formează bine, nu intră în relaţii bune cu solul şi nu se duc în profunzime, suntem în situaţia culturii din figura 203 stânga şi 204 stânga. Dacă, dimpotrivă, am făcut demersurile necesare pentru ca această relaţie să funcţioneze, atunci suntem în situaţia din figurile 203 dreapta şi 204 dreapta.

Regula II. Un agricultor înţelept se gândeşte în permanenţă la ceea ce vrea să obţină ca producţie – calitate şi efect economic, folosind modelele naturale eficiente. Plăţile Uniunii Europene ar trebui să fie considerate ca un premiu pentru gândirea lui inteligentă.

Figura 205. **Teren semănat cu grâu. Se observă calitatea deosebită a lucrărilor, premiză pentru producţii mari** (foto autor 2009)

Figura 206. **Ultima pregătire cu tigerul pentru semănatul cerealelor**
(foto autor 2009)

Prin trecerea de la agricultura convenţională la lucrări reduse şi la semănatul direct, costurile pentru lucrările solului au fost reduse de peste patru ori (figura 190). Principalele resurse de economie le constituie în prima fază reducerea consumurilor de motorină care la nivelul Austriei de Est sunt cele prezentate în tabelul 35.

Tabelul 35

Consumul de motorină şi forţa de muncă în funcţie de sistemul de bază al lucrărilor solului - media a două locaţii în Austria de Est
(date comunicate de Camera de Agricultură din Niederöstereich)

Sisteme de lucrări	Consum motorină			Consum forţă de muncă		
	l/h	diferenţă	%	ore/ha	diferenţă	%
1. Convenţional (disc) gruber, arat, gruber, semănat	48,5	mt	100	2,19	mt	100
2. Lucrări reduse, dezmiriştit, gruber, grapă circulară (inelară) semănat.	23,0	25,5	47,4	1,07	-1,12	48,8
3. Semănat direct.	6,2	-42,3	12.7	0,35	-1,84	15,9

Rezultatele prezentate în tabelul de mai sus reprezintă media a două locații, şi anume Gross Enzerdorf şi Tulin, locații situate nu departe de Viena. Consumurile lor mai mici şi parametrii mai convenabili se deosebesc pe de o parte de solurile mai uşoare şi deci mai convenabile, iar pe de altă parte avansului mai mare pe care colegii austrieci îl au în procesul de transformare a agriculturii. Consumurile reduse în sistemul minim foarte larg practicat şi nivelul ridicat al producțiilor îi fac să preseze asupra prețurilor şi să considere primele/suprafețe ca o compensare a eforturilor lor de a menține o stare ecologică ireproşabilă a agroecosistemelor pe care le încadrează perfect ecosistemelor naturale.

Fără să detaliem aici – pentru că o vom face în alte capitole – prin redevenirea ecologică (naturală) a solurilor agricultorii beneficiază şi de alte avantaje precum fixarea naturală, liberă, asociativă şi simbiotică a azotului şi readucerea în sistem a fosforului şi potasiului imobilizat. Mai beneficiază de absorbția CO_2 din atmosferă şi reintroducerea lui în humus, şi, firește, de mai mult oxigen pentru respirat, ca şi de mai multă frumusețe şi arhitectură peisageră.

8.5.4. Lucrările solului şi textura

Textura are o mare influență atât asupra calității lucrărilor dar îndeosebi asupra lungimii perioadei de tranzit de la convențional la semănat direct.

Evoluția solurilor de la nisipuri la argile grele, necesită o experiență bine stabilită şi evaluată în precizarea sistemului de lucrări şi a maşinilor, respectiv utilajelor utilizate. Să nu uităm că de la nisipuri la argile sunt mii de combinații de soluri, fiecare cu personalitatea lui, care în conexiunea cu asolamentul, rotația, clima, diversitatea biologică a solului, răspund diferit la variații reduse ale sistemului de lucrări. De aceea, fiecare fermier este bine să-şi cunoască perfect solul şi să-şi adapteze acel sistem de lucrări care cu costuri minime răspunde cel mai bine prin inputuri de natură productivă şi ecologică (vezi şi figura 207).

Sistemul de lucrări ale solului se corelează foarte strâns cu textura solului. Scopul acestei corelări constă în mărirea volumului edafic al solului în aşa fel încât plantele de cultură să găsească condiții potrivite de vegetație. Indiferent de textura lui prin corelarea lucrărilor solului, cu includerea de materie organică în sol se poate crea un raport între plante, rădăcini şi sol convenabil lansării de durabilitate în sistem.

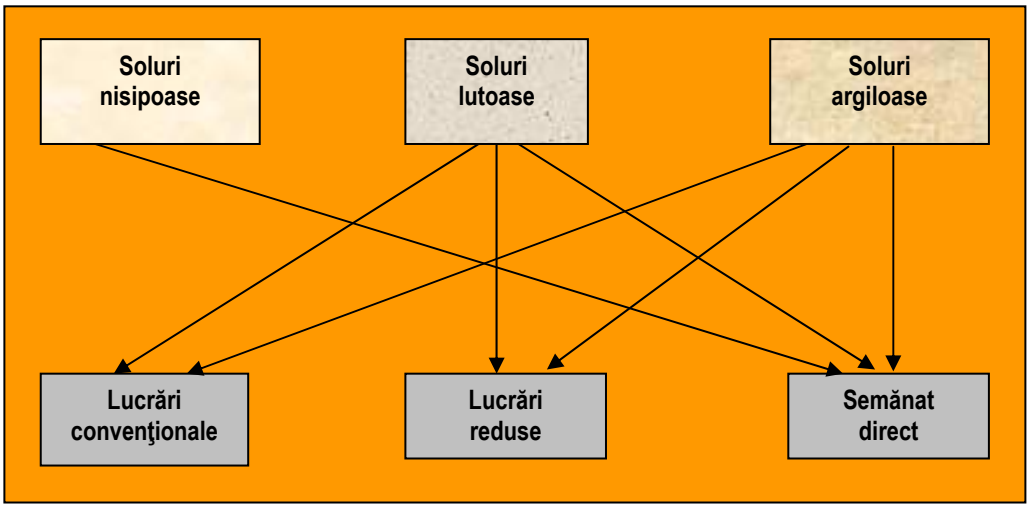


Figura 207. **Relația dintre tipurile texturale de sol şi sistemul de lucrări solicitate de acestea** (viziune personală)

Tabelul 36

Clasele texturale ale solurilor şi relația lor cu sistemele de lucrări

Simbol	Clasa texturată	Argilă	Praf	Nisip	Sisteme de lucrări
		< 0,002 mm %	0,002-0,02 mm%	2 - 0,02 mm%	
N	Nisip	≤ 5	≤ 32	≥ 63	Semănat direct (no tillage). Sunt necesare în funcţie de culturi lucrări de modelat şi plantat (pomi, vie, cartofi, etc); tranziţie 1 an.
U	Nisip lutos	6 - 12	≤ 32	56 - 94	No tillage. Se adaugă lucrări de încorporare materie organică şi menţinerea umidităţii prin irigare. Tranziţie 1 an.
S	Lut nisipos	13-20 sau ≤ 20	≤ 32 sau ≥ 33	48-87 sau ≤ 67	Pot apărea ca necesare lucrări de procesare cu tigerul + semănat. Lucrări minime II). Se poate practica semănatul direct (tranziţie 2-3 ani).
L	Lut	21 - 32	≤ 79	≤ 79	Necesită dezmiriştire cu gruberul sau tigerul + scarificare (2-3 ani) + tiger + semănat (Lucrări minime I + II). Încorporare materie organică.
T	Lut argilos	33-45	≤ 67	≤ 79	Scarificare la 60 cm + tiger + semănat + tiger + scarificare + tiger + semănat. Lucrări minime II - I. 4 - 5 ani tranzit.
A	Argilă	≥ 46	≤ 54	≤ 54	Scarificare (foarte rar plug) + tiger + tiger II + semănat sau tiger + scarificat + semănat. Încorporare materie organică mulci. Tranzit 6 - 7 ani.

Prin intervențiile cu ajutorul lucrărilor solului, suntem obligați în fond să eliminăm din construcția ecologică cât mai multe însuşiri nefavorabile extreme şi să le aducem spre centru. Dezavantajele aduse atât de textura solului, în variantele ei extreme, cât şi de raportul apă - aer în sol sunt prezentate în tabelul 37.

Analiza acestei figuri ne sugerează că prin lucrările solului ca şi prin cele de utilizare a materiei organice şi mulciului bioactiv, urmărim revenirea în spațiul de mijloc (soluri lutoase) care deține cei mai buni parametri pentru cultura plantelor şi declanşarea fenomenelor de durabilitate.

De aceea considerăm necesar să readucem în figura 207 sistemele de lucrare a solului pe care le propunem prin noile tehnologii şi modul de realizare a lor.

O viziune a noastră bazată pe experiențele efectuate în țară pe marile încercări şi rezultate obținute de producătorii de maşini la marile expoziții internaționale tip DLG- Hanovra, bazându-ne şi pe experiența unor producători agricoli din România, ne inspiră să credem că schema din figura 208 poate fi implementată în funcție de posibilitățile materiale în primă instanță, şi ca o necesitate obiectivă în faza imediat următoare destinată salvării solurilor arabile ale României.

Sistemele de lucrări ale solului au fost împărțite în trei grupe mari, şi anume:

I Lucrări convenționale cu deplasarea solului, generată de iminenta lucrare cu plugul. Arătura practicată, aşa cum am spus, de milenii, în spațiul românesc, a devenit un procedeu tehnologic greu de înlocuit tocmai din cauza mentalității. Lucrarea de arat dă încă rezultate bune mai ales pe solurile cu peste 550 mm precipitații anuale şi aduce unele avantaje incontestabile, cum ar fi o mai bună combatere a buruienilor, a unor boli şi dăunători (şoareci de câmp). Marele ei dezavantaj constă în pierderea mare de apă care se face prin vânturarea şi deplasarea pe orizontală a solului, introducerea în stratul lucrat a unei cantități prea mari de oxigen, care contribuie direct la oxidarea humusului şi reducerea lui în timp.

Tabelul 37

Însuşirile solurilor în raport cu textura şi recomandări privind intervenţiile cu lucrări ale solului (original)

Nr.	Însuşiri	Soluri nisipoase	Soluri lutoase mediu	Soluri grele	Perioade de tranzit, activitate de îmbunătăţire
1	particule	mari şi unilaterale; foarte greu se întâlnesc particule mici	proporţii echilibrate în textură (nisip + praf + lut + argilă)	foarte mici şi unilaterale; particule de dimensiunile argilei; lut fin	textura influenţează perioada de tranzit de la 0 - 1 an pentru soluri nisipoase, la 3 - 5 ani pentru cele lutoase şi la 6 - 7 ani pentru cele grele
2	infiltrarea apei	bună - foarte bună	foarte bună	slabă - foarte slabă	reducerea infiltrării şi pierderii apei pe soluri nisipoase se face prin aport de materie organică şi material lutos-luto-argilos. Creşterea infiltrării pe solurile grele se face cu mari cantităţi de materie organică şi aport de nisip
3	reţinerea apei în sol	redusă, foarte redusă I_{UA} = redus	foarte bună la niveluri înalte I_{UA} = mare	foarte înaltă, dar foarte greu recedabilă I_{UA} = redus	prin aceleaşi procedee ca mai sus
4	aerisirea, regimul de aer	foarte bun - la niveluri înalte; foarte aerisite; pori mulţi şi mari, oxigen în exces	bună - alcătuită din pori de dimensiuni optime	proastă, foarte proastă, alcătuită din pori mici, foarte mici; lipseşte oxigenul	reducerea aerisirii este esenţială pentru reducerea oxidării materiei organice; folosirea mulciului mort sau viu este foarte importantă; pe soluri grele se folosesc scarificări şi cantităţi ridicate de materie organică
5	regimul de căldură	se încălzesc repede, dar se răcesc la fel de repede	se încălzesc uşor şi menţin căldura	se încălzesc greu şi se răcesc foarte încet	păstrarea căldurii pe soluri nisipoase se face prin acoperirea cu mulci şi evitarea intervenţiilor cu maşini agricole; încălzirea solurilor grele se face tot cu mulci deschis plus $CaCO_3$

Nr.	Însuşiri	Soluri nisipoase	Soluri lutoase mediu	Soluri grele	Perioade de tranzit, activitate de îmbunătăţire
6	capacitatea de reţinere a apei şi elementelor nutritive	redusă, apa se pierde fie prin infiltraţie, fie prin evaporare; elementele nutritive sunt puţine şi se spală uşor	valori medii şi potrivite pentru capacitatea de reţinere a apei; procese biologice intense; nutriţie bună	există o mare capacitate pentru elemente nutritive care se leagă de complexul argilo-humic; sunt greu cedate	la fel ca mai sus
7	capacitatea de înrădăcinare	foarte bună, rădăcinile pătrund uşor	o înrădăcinare bună şi profundă, cu ramificaţii multe	înrădăcinare superficială cu riscuri de excludere din sol	pe solurile grele, capacitatea de înrădăcinare creşte ca urmare a scarificărilor şi structurării solului prin introducerea de materie organică, $CaCO_3$ şi composturi
8	capacitatea de a se lăsa lucrată	se lucrează uşor şi cu consum redus de energie; perioadă lungă de lucru; se pretează la no tillage	se lucrează relativ uşor, sunt solurile cele mai potrivite la tranziţia de la plug la lucrări minime şi no tillage	sunt soluri grele care se lucrează greu cu consum mare de energie şi pe un interval scurt	solurile nisipoase nu se lucrează decât pentru modelare; culturile de câmp se seamănă direct; pe solurile grele se aplică tranziţia de la plug la lucrări minime I şi II şi numai către sfârşit se încearcă no tillage
9		humus puţin şi de proastă calitate	Condiţii optime petnru formarea humusului şi fixarea biologică a azotului	humusul brut se formează, lipsesc procesele de echilibru între SOS şi humus	lucrări ale solului potrivite, asolamente cu plante amelioratoare, scarificări şi refacerea raportului apă/aer

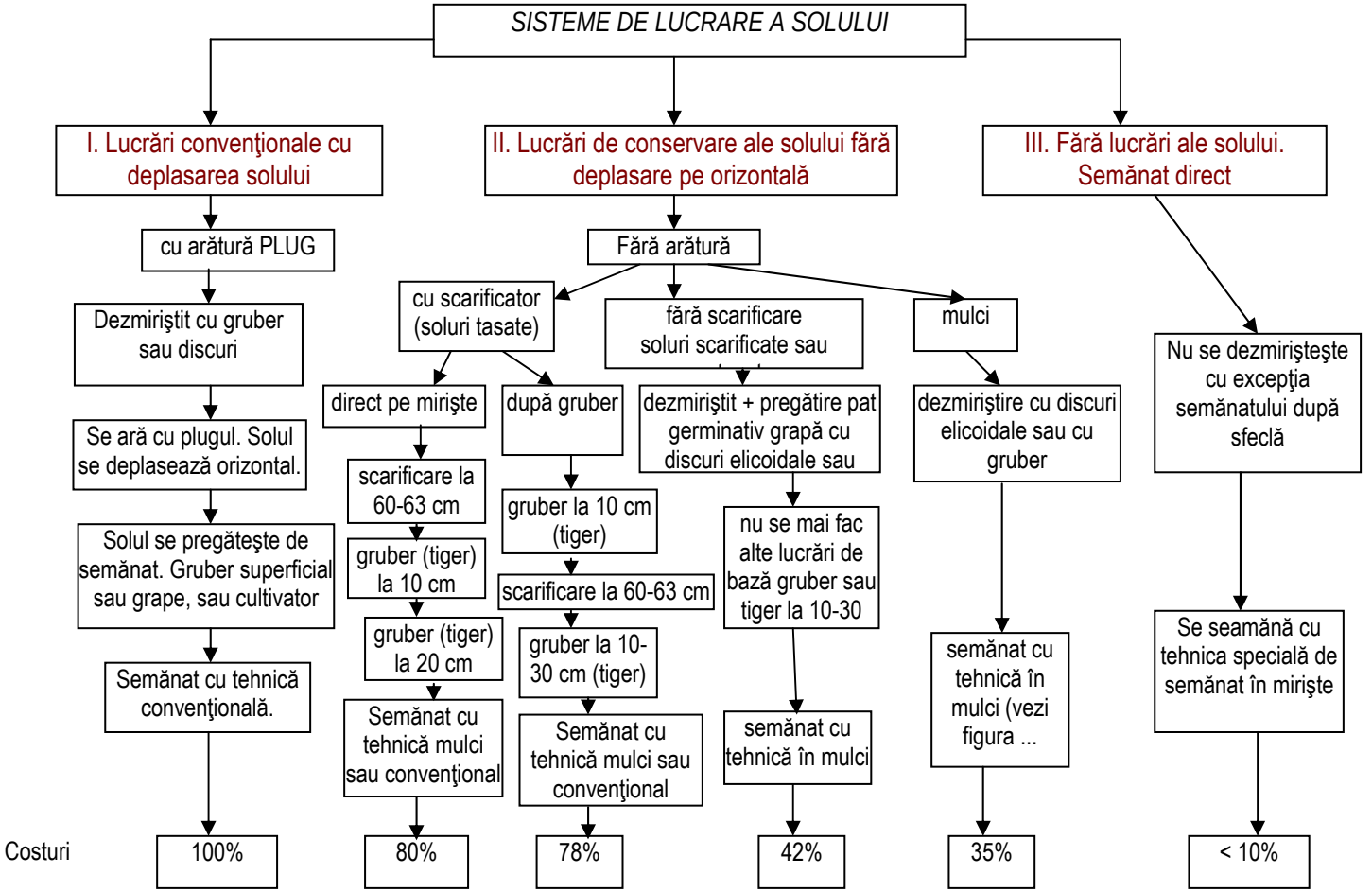


Figura 208. **Sistemele de lucrare a solului şi procesele tehnice de realizare a lor** (original)

Sistemul biologic al solului este de asemenea parțial distrus, iar hardpanul se formează cu siguranță la adâncimea multianual constantă de efectuare a lucrării.

Pentru ca lucrarea cu plugul să fie de calitate, ea este precedată de regulă de lucrarea de dezmiriştit care ani de zile s-a făcut în România cu grapa cu discuri urmată de grapa fixă. Mai potrivite sunt astăzi gruberele, maşini mai complexe şi cu impact mai mic asupra solului, care, pe lângă discuri au în componența lor lame tip arcuri şi unelte active de cultivator (figura 209).

Există şi grubere mai simple în care discurile lipsesc, dar nu lipsesc tăvălugii inelari din spate. Acelaşi gruber din figura 209, sau poate unul mai simplu, este folosit după plug de regulă la 2 - 3 săptămâni sau în primăvară pentru pregătirea patului germinativ. Semănatul se face cu tehnica clasică de mărimi diferite, în funcție de dimensiunea fermei şi disponibilitățile financiare ale întreprinderii (figura 210).

Figura 209. **Model de gruber combinat potrivit pentru dezmiriştire, care este foarte frecvent pe terenurile medii şi uscate din Saxonia, dar sunt prezente şi în România**

Sursa: http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/images/18KvernelandGrub

Figura 210. **Model de semănătoare modernă, care lucrează pe 8 metri lăţime şi care este foarte potrivită pentru sistemul de lucrări 1 şi 2 (convenţional şi reduse)** (**Sursa:** foto autor)

Figura 211. **Model de gruber complet, cunoscut sub denumirea de tiger, care poate înlocui plugul în sistemul lucrări minime. El este prevăzut şi cu sistem de aplicare a îngrăşămintelor** (**Sursa:** Horsch)

În sistemul II privind lucrările de conservare ale solului plugul se înlocuieşte complet. Fiecare mare producător de maşini are pretenţia că a produs cel mai bun înlocuitor de plug. Ele se numesc grubere şi sunt o combinaţie de numeroase unelte active care lucrează solul exclusiv în plan orizontal (figura 211). Această maşină lucrează foarte bine solul dintr-o singură trecere, la adâncime de 20-30 cm, dar este insuficient atunci când solul este tasat pe intervalul 30-50 cm.

În acest caz este nevoie de scarificare. Despre scarificator şi lucrarea în sine s-a vorbit anterior. Aici distingem două submodele, în funcţie de modelul şi momentul aplicării subsolajului.

Dacă umiditatea permite, se poate intra cu scarificatorul direct pe mirişte (subsistemul 2.1), urmând ca în continuare întreţinerea solului şi pregătirea lui pentru semănat să se facă cu grubere la adâncimi mai mari, în funcţie de necesităţi. Lucrarea exclusiv cu grapa cu discuri este de-acum depăşită, pentru că lipsesc componentele interactive care să mobilizeze uniform solul, fără a-l agresa.

Scarificarea nu se face însă în fiecare an, mai ales dacă calitatea ei în anul de lucru a fost foarte bună, respectându-se adâncimea de lucru şi tipul de utilaj (săltarea solului cu 5-10 cm) şi distrugerea stratului de hardpan.

În funcţie de textura solului, scarificarea se face la 2 ani pe solurile grele şi la 3-4 ani pe solurile medii. Nu este necesară scarificarea pe solurile nisipoase.

În situaţii de secetă mare după recoltare, miriştea se lucrează mai întâi cu gruberul la 10 cm, urmând ca după primele ploi să se facă scarificarea adâncă la 60 cm (subsistemul 2.2). Pregătirea solului se face cu un gruber sau un tiger la 10-20 cm, după necesitate.

În situaţia îmburuienărilor cu buruieni perene, tip *Sorghum halepense*, după scarificare apare necesară 2 ani la rând o lucrare cu tigerul la 30 cm. Rizomii de *Sorghum* vor fi scoşi la suprafaţă, supuşi distrugerii, iar suprafaţa se va curăţa de această periculoasă buruiană.

Pe unele soluri loesoide în care n-a apărut harpanul, ca şi în anii în care se face pauză pentru scarificat, lucrările solului se simplifică şi mai mult. Dezmiriştirea în acest caz se face fie cu discuri (nerecomandat, dar uzitat în România din cauza lipsei altor maşini mai performante). Se preferă gruberul sau grapele elicoidale (figura 212), cunoscute în limba germană şi sub denumirea de Spatenrollegge.

A doua lucrare cu un gruber superficial se execută înainte de pregătirea patului germinativ. În varianta 3.2, pe teren mulcit, dezmiriştirea şi lucrarea cu grapa elicoidală se face în tandem după care urmează imediat semănatul. În figura 214 se prezintă un gruber, cât şi părţile active în care se lucrează la diferite adâncimi.

Figura 212. **Model de grapă elicoidală foarte potrivită pentru dezmiriştit. Dezavantaj: înălţimea prea mare a cadrului. Se foloseşte mult pe solurile medii şi luto-argiloase** (**Sursa:** Sudzucker)

Semănatul se efectuează în ambele cazuri cu o maşină adaptată pentru a înlătura mulciul şi a semăna sub el (Drillmaschine) (figura 213).

De regulă asemenea maşini sunt mai mici decât cele pentru lucrări din grupa 1 şi 2, dar sunt suficient de eficiente. Menționăm că dispun şi de instalație de aplicare îngrăşăminte pe rând sub sămânță la 4-5 cm sau pe toată suprafața. Mulciul este numai parțial încorporat, degradarea având loc în maximum 12-16 luni în proporție de peste 80%. Între timp el conservă umiditatea apei în sol şi frânează apariția buruienilor. Dezvoltarea biomasei utile a solului este conservată şi multiplicată.

Al III-lea sistem este cel fără lucrări. Este foarte rar utilizat în România. El se recomandă însă insistent pe solurile nisipoase însoțit fiind, aşa cum am demonstrat, de lucrări de consolidare a solului, folosindu-se mulciul şi culturile dese de acoperire.

În acest sistem nu se execută nicio lucrare a solului, ci pur şi simplu se seamănă cu semănătoarea mai sus prezentată.

Figura 213. **Maşină de semănat specială pentru efectuarea lucrării în mulci**
(**Sursa:** www.poettinger.at)

Figura 214. **Pentru renunţarea la plug este necesară tehnica adusă de gruberele moderne** (sus). Jos: **diferite părţi active care lucrează la adâncimi medii şi mari**
(**Sursa:** Dr. K. Möller)

Evoluția sistemelor de lucrări de la sistemul I spre III se face diferențiat, în funcție de textura solurilor, climă, sisteme de maşini, inteligența managementului local şi sprijinul acordat de decidenții politici, strategiei europene de renaturalizare a solurilor şi a sistemelor de producție.

Regulă: Indiferent de sistemul de lucrare a solului, nu putem afirma că există unul perfect. Există acum pluguri foarte moderne şi cu toate acestea, în țări precum Argentina, Brazilia, Australia, Canada, ele au ajuns obiecte de muzeu. Trecerea de la sistemul convențional la sistemul de conservare se face relativ uşor, eficient din punct de vedere economic şi ecologic, dacă se respectă o regulă de bază: „Orice lucrare se face atunci când solul este pregătit să o accepte". Ea nu se face când avem noi timp, ci când solul are de pe urma ei un beneficiu pozitiv în planul dezvoltării lui naturale.

Concluzie:

România e mare şi deține un mozaic de soluri. Peste 70% din tipurile de sol ale lumii se regăsesc şi în România. Lucrările solului se desfăşoară conform cercetărilor efectuate pe toate meridianele pământului. Parte din rezultatele acestora au fost prezentate în această lucrare. Neefectuarea corectă a lucrărilor solului poate conduce la pierderi de recoltă de până la 70% (vezi arăturile de primăvară) şi la distrugerea uneori iremediabilă a solurilor. Respectarea regulilor, a algoritmului rezultat din cercetări, a logicii, experienței şi inputurilor în folosirea sistemelor de lucrări şi a maşinilor poate conduce la obținerea unor funcționalități asemănătoare ale terenurilor, indiferent de tipul solurilor, ceea ce ar putea uşura managementul tehnic, economic şi ecologic. Hotărâtor este să înțelegem că nu putem trata solurile ca nişte organisme moarte. Solul şi omul formează un corp comun, un tandem, din care amândouă părțile au de câştigat, şi în acest caz câştigă şi societatea umană în ansamblul ei, sau, dimpotrivă, amândoi au de pierdut, şi va pierde şi întreaga societate pământească. Deplasarea spre dreapta a sistemelor de lucrări este cu atât mai posibilă cu cât investim mai multă inteligență, biomasă şi CO_2 în pregătirea solului pentru redevenirea lui naturală.

Capitolul 9
SĂMÂNŢA ŞI IMPORTANŢA EI ÎN AGRICULTURA NOUĂ

9.1. DEFINIŢIE

Sămânța şi materialul de plantat reprezintă modelul natural de transmitere a vieții plantelor şi culturilor de la o generație la alta. Este punctul de pornire, prima intrare în apariția şi dezvoltarea unui nou ciclu al culturilor. Semințele şi resursele fitogenetice reprezintă o adevărată bază a vieții.

Din punct de vedere anatomic, sămânța este alcătuită din **embrion**, deținătorul vieții şi al caracterelor genetice ale speciei, soiului şi hibridului; **endosperm** care constituie materialul de rezervă nutrițională al oricărei semințe, iar **tegumentul** pielița de protecție a acesteia.

Din punct de vedere morfologic, semințele sunt caracteristice speciilor dar şi subspeciilor şi uneori soiurilor sau hibrizilor. Anatomia semințelor se deosebeşte însă fundamental ca mod de prezentare între dicotile şi monocotile (figura 215).

Tija, care apare din embrion, hrănită de materia organică acumulată în cotiledon, este denumită coleoptil. Ea este foarte vizibilă şi etiolată atunci când sămânța este plasată prea adânc la semănat (figura 216). În partea superioară a coleoptilului se află întotdeauna vârful de creştere care poartă cu el toate formațiunile embrionare.

Semănatul adânc în cazul monocotilelor formează coleoptile alungite care consumă nejustificat rezervele cotiledonului şi conduce la pierderea vigorii plantelor (figura 216), în timp ce semănatul superficial formează un coleoptil scurt, cu un singur nod (înrădăcinare plus înfrățire), cu economie de resurse energetice în sistemul metabolic al plantelor ce conduce la un plus de producție de 200-300 kg/ha.

Este foarte important de reținut acest lucru, cu atât mai mult cu cât în spațiul agricol românesc cantități mari de producție se pierd datorită semănatului neuniform şi uneori prea adânc.

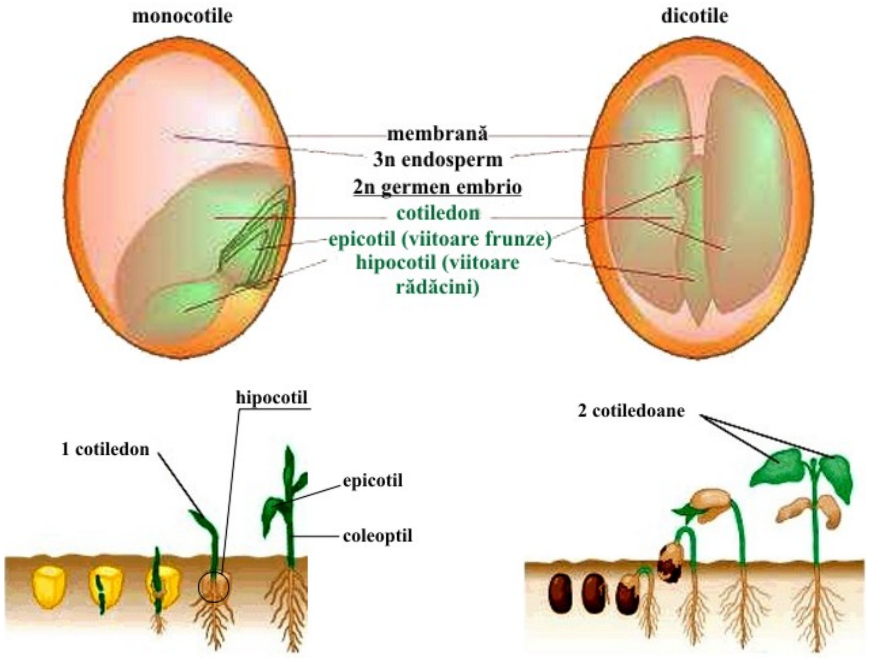


Figura 215. **Diferenţa anatomică dintre seminţele monocotile şi dicotile** (diverse surse)

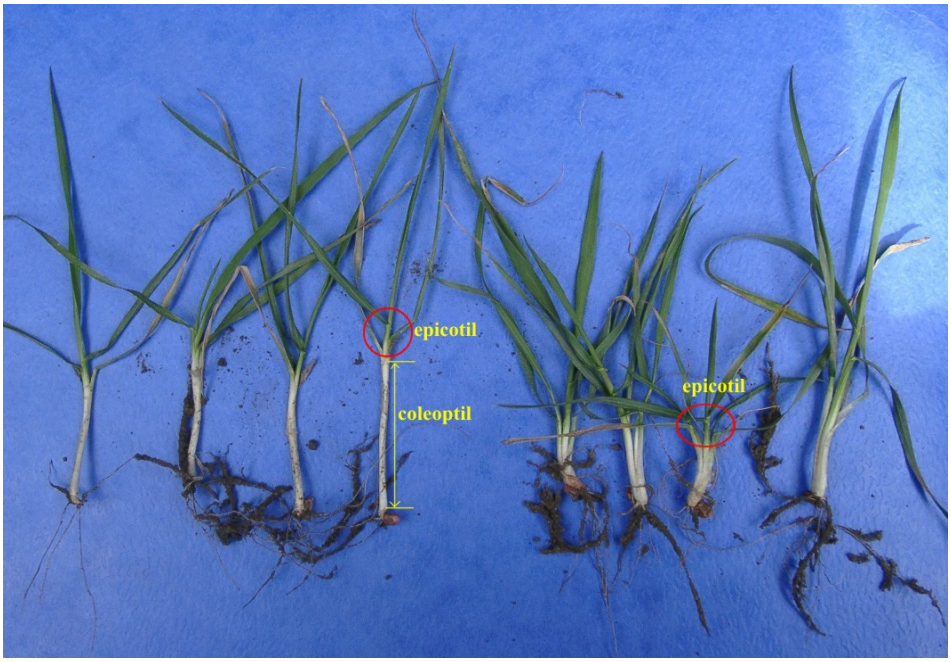


Figura 216. **Comparaţie între sămânţa de grâu semănată la adâncimi diferite şi efectele asupra vigorii plantelor** (original)

9.2. GERMINAŢIA ŞI FIZIOLOGIA EI – MANAGEMENTUL SEMINŢEI – CU EXEMPLIFICĂRI LA CEREALE

Germinaţia este fenomenul fiziologic prin care sămânţa revine la viaţă pentru a forma o nouă plantă.

Sămânţa în numeroasele condiţii şi la diferite specii are nevoie de o anumită perioadă de timp pentru a-şi maturiza elementele componente şi a stabiliza echilibrele interne. Această perioadă este denumită „stare de repaus" sau „dormitanţă". În condiţii normale de păstrare, în perioada de repaus au loc o serie de reacţii biochimice care conduc fie la maturarea embrionului, fie la stabilizarea rezervei nutritive necesară pe timpul răsăririi culturii. Aceste culturi sunt denumite intrinsece şi se finalizează prin revenirea embrionului la viaţă.

Maturizarea embrionului şi revenirea lui la capacitatea de a germina nu înseamnă deloc că sămânţa e bună. Dacă embrionul este diminuat ca rezervă nutritivă din cauza secetei, a unor boli sau dăunători, atunci fie semințele conduc la germeni neconformi şi plante slabe, lipsite de vigoare, fie la reducerea capacităţii de germinaţie. Condiţiile de păstrare sau extrinsece joacă un rol decisiv în conservarea calităţii seminței.

Dar oricât de viguros ar fi embrionul alterarea rezervelor datorită climatului şi îndeosebi a fenomenelor de respiraţie şi oxidare conduce explicit la reducerea vigorii plantelor şi corelativ la reducerea imunosistemului acestora şi a nivelului recoltelor.

Este foarte posibil ca aceeaşi sămânţă să înceapă sezonul cu indicatori ridicaţi ai capacităţii de răsărire, pentru ca pe parcurs, urmare a unor procese endogene ce au loc la nivelul embrionului sau al endospermului, să conducă la reducerea capacităţii germinative (vezi tabelul 38).

În toamna anului 2010, în luna septembrie, diversitatea endogenă intrinsecă a soiului selecţionat şi certificat pentru sămânţa analizată în două laboratoare locale a prezentat, în septembrie, valori între 89 şi 96% pe zece loturi de Auradur. O lună mai târziu, datorită unor reacţii de stabilitate internă a germinaţiei, aceasta s-a redus între 80 şi 86% (coloana 2, tabelul 38), aceleaşi valori de-acum stabilizate s-au regăsit şi în analizele din coloanele 6, 7 şi 8 efectuate atât de laboratoare din ţară cât şi din străinătate. Aceste valori au fost acceptate de ISTIS (instituţia internaţională coordonatoare) ca fiind bune, limita statistică a permisivităţii la semănat fiind coborâtă la 78% capacitatea germinaţiei.

În condiţiile în care factorii exogeni au dominat asupra celor exogeni, iar condiţiile de păstrare au permis atacul dăunătorilor de depozit, în procent de peste 20 -25% capacitatea germinativă a fost redusă la 50-66% (date ale

Laboratorului Central de Control al Semințelor) şi înscrise în coloanele 4 şi 5 ale aceluiaşi tabel.

Alți factori care pot influența negativ germinația sunt produsele pe bază de cumarină. Acestea, în funcție de concentrația din depozit, pot reduce la un singur tratament contra rozătoarelor cu 5-10% germinația grâului dur (determinări personale).

Dacă solul este aprovizionat cu apă iar temperaturile nu scad semnificativ de la o zi la alta, cerealele de toamnă sunt deja răsărite într-o perioadă de 15-20 de zile (figura 217). Perioadele pot fi prelungite dacă temperaturile scad, sau pot fi reduse dacă ele se mențin ridicate. În general, perioadele de semănat este necesar a fi luate serios în seamă, ele fiind stabilite.

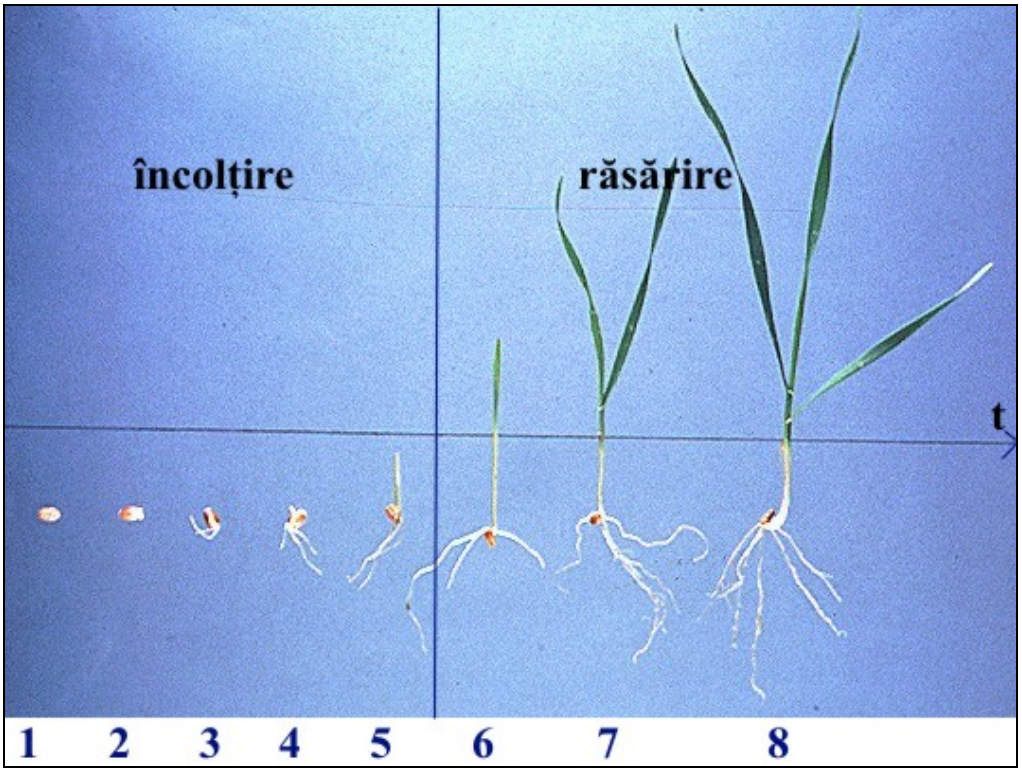


Figura 217. **Etapizarea germinării şi răsăririi cerealelor în câmp la temperatură şi umiditate optime**

În momentul în care cerealele dețin deja trei frunze răsăritul este încheiat, urmând alte reacții biochimice în fiziologia dezvoltării plantei care vor conduce la apariția nodurilor de înfrățire şi a fraților.

Tabelul 38

Influența factorilor endogeni, dar şi subiectivi asupra determinării germinației a 10 loturi de grâu durum Auradur în România în 2010

(date autor)

		Modelu	Modelu	ITCSMS Călăraşi	LCCSMS Bucureşti	LCCSMS Bucureşti	LCCSMS Bucureşti	AGES Viena	LFL Freising Germania
		1	2	3 Analize oficiale	4 Probe Călăraşi	5 Probe Agricover	6 Probe Probs-tdorfer	7 Probe Probs-tdorfer	8 Probe Probs-tdorfer LFL Frusing
	Data	15.09. 2010	16.11 2010	20.09 2010	Nov. 2010	Nov. 2010	06.01 2011	20.01 2011	Ianuarie 2011
Lotul	OCL1764-0CL01	89%	81%	94	66	70	81	83	81
	OCL1764-0CL02	91%	80%	95	62	51	80	80	82
	OCL1764-0CL03	93%	82%	95	67		82	86	82
	OCL1764-0CL04	96%	81%	96	47		83	85	80
	OCL1764-0CL05	91%	79%	94	52		77	85	80
	OCL1764-0CL06	92%	83%	94	51		79	80	83
	OCL1764-0CL07	94%	80%	94	52	67	83	84	80
	OCL1764-0CL08	95%	85%	96	53		82	82	84
	OCL1764-0CL09	93%	81%	94	66		78	83	83
	OCL1764-0CL10	91%	82%	96	60		84	85	83

Este total greşit pentru agricultori să suprapună etapele de semănat ale diferitelor specii. În spațiul românesc primul se seamănă orzul, urmat de durum şi apoi de grâul obişnuit, de secară şi de triticale.

Este numai o iluzie faptul că nerespectarea termenelor de semănat ar putea conduce la realizarea aceloraşi producții şi la aceleaşi costuri ca însămânțarea timpurie. Acesta este şi el un mare şi temeinic motiv pentru care producția medie la grâu în România rămâne în medie la 2500 kg/ha.

În detaliu, fiziologia germinației şi a creşterii plantelor ar trebui tratată în cărțile speciale de fiziologie. Specialiştii nu dispun însă de o literatură prea bogată în acest sens, şi nu se cunoaşte în detaliu mecanismul de activare sau dezactivare biochimică, enzimatică foarte pregnant imprimat de factori exogeni. Modificările climatice aduc cu ele probleme importante în creşterea entropiei în câmpurile de producere a seminței la cereale, uneori cu pagube foarte importante pentru multiplicatori, dar şi pentru deținătorii de soiuri şi nu o dată conduc la conflicte între producători şi consumatori şi la activarea neloială a speculanților de sămânță.

Germinația la dicotile este de două feluri:

a) **Germinație hipogee,** în care cotiledoanele şi hipocotilul bineînțeles rămân în sol.

b) **Germinație epigee,** exemplu fasolea, unde cotiledoanele părăsesc solul în timpul răsăririi.

În cel de-al doilea caz, răsărirea este mai greoaie (figura 218), iar răsărirea fiind mai pretențioasă, solul este necesar a fi mai atent lucrat, fără crustă, iar semănatul se face superficial. Ținând cont de aceste puține considerații asupra fiziologiei germinației putem spune că etapele germinației prezentate în figura 219 nu sunt complete.

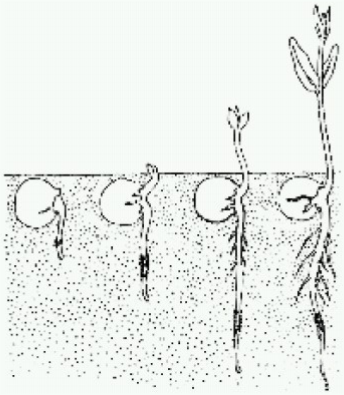
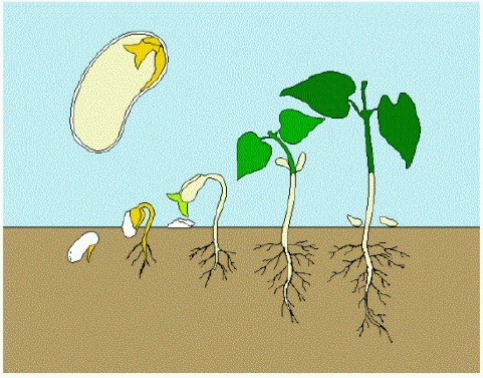
Germinație hipogee	**Germinație epigee**
Exemplul mazărei (a) :	Exemplul fasolei (b) :
	

Figura 218. **Comparaţie între o răsărire hipogee şi una epigee. Cazul concret al mazării (a) şi al fasolei (b)**

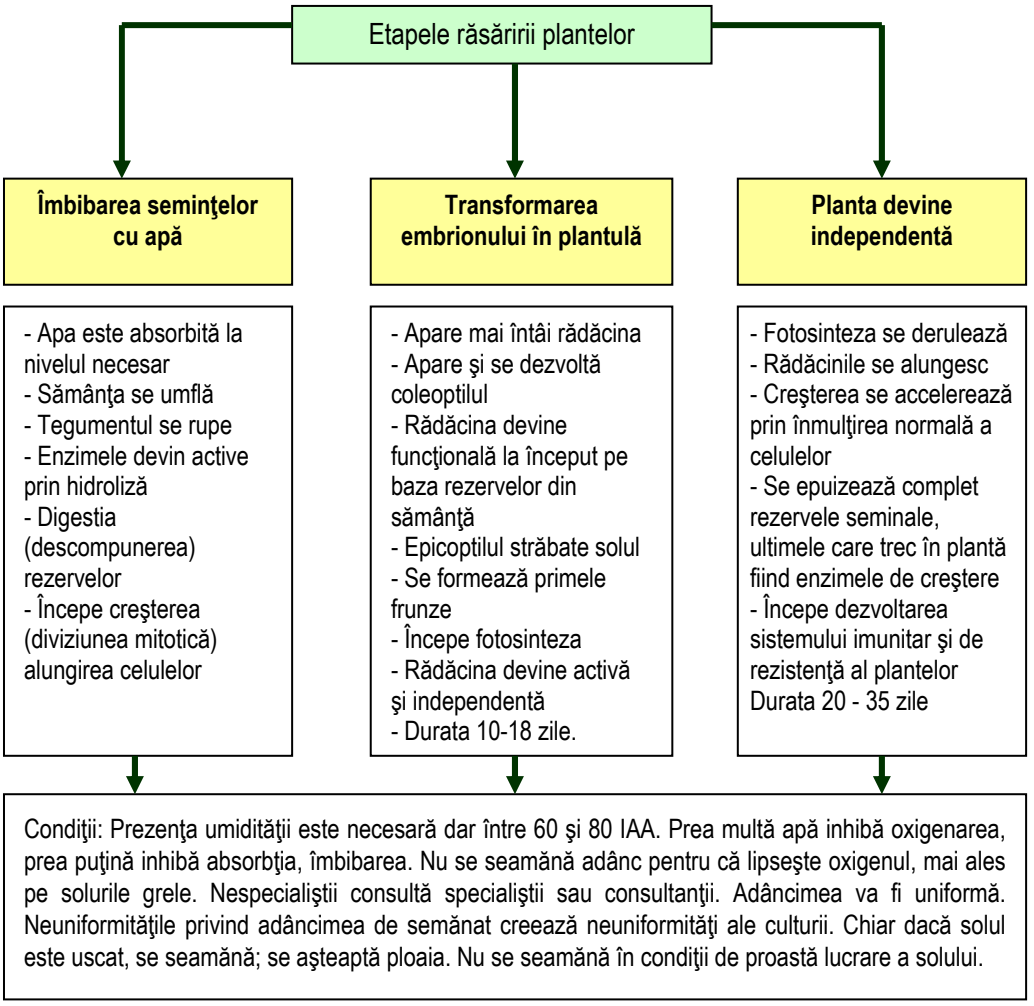


Figura 219. **Etapele răsăririi plantelor** (viziune personală)

9.3. CALITATEA SEMINŢEI

Nu orice sămânță care ne cade în mână poate fi o sămânță bună de semănat. Condițiile primare, dar care nu sunt singurele ale unei semințe sunt înscrise în codul ei genetic care este acelaşi cu al plantei căreia îi dă naştere, şi anume:

1. Sămânța să exprime caracteristicile soiului sau aşa-numita puritate varietală.

2. Sămânța să fie întreagă (nu numai embrionul) ci şi endospermul sau endospermele pentru a asigura nutriția răsăririi plantelor (vezi figura 220).

3. Sămânța să fie sănătoasă. Numeroase boli, dar mai ales virusurile se transmit de la o generație la alta la cereale numai prin celule viii care alcătuiesc embrionul. La fel se întâmplă la leguminoase, cartof, ceapă, tutun, pomi, viță-de-vie etc.

Figura 220. **Semănătură neuniformă la SC Acvila Măcin.** Stânga: **semănătură adâncă la 6 cm, plante întârziate în răsărire cu coleoptil etiolat, producţie – 300 kg/ha.** Dreapta: **planta semănată la adâncime normală, nodul de formare a rădăcinilor şi cel de înfrăţire se suprapun, apare deja la 18 zile de la răsărire primul frate, ceea ce înseamnă sămânţă de calitate plus tehnică bună. Găsim în această figură o conexiune între bine şi rău generată de inconstanţa controlului tehnologic** (foto autor 8.11.2010 soiul Auradur semănat în afara epocii optime)

Numeroase întreprinderi au semănat atât grâul durum cât şi aestivum în condiții dificile în toamna anului 2010. Interesul pentru corelația semănatului cel puțin pentru soiul Auradur, pe care l-am urmărit în mod special, s-a manifestat printr-un management corect şi performant la SC Agrosoia, SC Lombardi, SC Mahmudia etc. La polul opus s-au situat Agroproiect Hârşeşti, SC Algap, SC Agrotel şi altele. Este interesant de reținut că, fie şi aceia care au obținut sub 200 plante germinabile/m^2 vor putea obține până la 5-6 t/ha, dacă şi numai dacă managementul tehnologic va fi efectuat perfect în continuare. Este vorba de managementul nutriției, al controlului bolilor, dăunătorilor şi buruienilor şi, firește, al recoltării. Aceasta pentru că soiul Auradur formează uşor 2-4 frați fertili cu greutatea boabelor între 1,3-1,6 g/spic.

a) Semănătură de grâu durum Auradur la SC Agropriect Hârşeşti. Sol slab lucrat, sămânţă în procent de 20% este la suprafaţă.

b) Semănat în sol de o calitate catastrofală a lucrărilor de întreţinere , sămânţa 10-15% neîncorporată. Resurse imense utilizate risipitor (acelaşi soi de grâu durum Auradur).

c) Un alt model de management al semănatului. Responsabilitate la SC Longin Şerbăneşti. Deşi a semănat în afara epocii optime, la 17.11, cultura arată ireproşabil. Aceeaşi sământă ca mai sus. Aşa se face dacă se doreşte performanţă.

Figura 221. **Modele diferite de management al semănatului în funcție de cunoştinţele tehnologice şi interesul pentru performanţă a fermierilor** (evaluare şi foto M. Berca, 9-17.11.2010)

9.4. UTILIZAREA FORŢEI FIZIOLOGIEI GENETICE A GENOMULUI

De la începutul practicării agriculturii şi până aproape de sfârşitul mileniului trecut selecția s-a efectuat la început empiric alegându-se pentru sămânță exemplarele cele mai mari, mai sănătoase fenotipic. Ameliorarea modernă a început o dată cu alelele lui Mendel. De atunci plantele diferitelor varietăți sau subspecii au început să fie încrucişate, iar urmaşii cei mai viguroşi au fost denumiți soiuri. A urmat apoi consangvinizarea şi forța hibridării utilizate mai întâi la porumb, apoi la floarea-soarelui, rapiță, grâu, roşii şi multe altele.

O dată cu dezvoltarea biologiei moleculare, şi mai ales cu identificarea genetică, s-a putut constata că fiecare activitate fiziologică a plantei (fotosinteza, respirația, sinteza biochimică de orice fel, conținutul în diverşi componenți) este coordonată genetic şi că una sau mai multe gene, uneori chiar o conexiune de gene sunt responsabile pentru o sinteză, un act fiziologic sau biochimic etc. S-a mai constatat însă că identificarea genelor şi a funcțiilor lor nu este întotdeauna suficientă, pentru că biodiversitatea poate acționa şi la nivel biomolecular, genele plantelor sau animalelor putând suferi în timp unele modificări importante.

Aceste modificări, mai mari sau mai mici la nivelul genelor, pot da bătaie de cap amelioratorilor. Dacă, de exemplu, într-un soi de grâu „x" s-a indus o rezistență la *Fusarium* confirmată genetic (procedeul PCR) de nota „8" înseamnă că amelioratorul respectiv a avut un mare succes. Dacă însă, după 5 ani de folosire a soiului, rezistența scade la „3", succesul lui s-a volatilizat. Asemenea exemple sunt azi prezente la multe soiuri de grâu cultivate în toată Europa şi în toată lumea.

Studiul acesta al variației genetice într-o genă locală este denumit QTL (Quantitative Traits Analyse), adică analiza cantitativă a trăsăturilor, însuşirilor. Cunoscând aceste modificări (variate) ele pot fi corectate fie pe cale clasică, fie biomoleculară, în ultimul caz procesele derulându-se foarte repede. Potențialul genetic este deci cel care oferă performanță seminței, dar şi stabilitatea acestei performanțe reflectată la nivelul şi calitatea producției (figura 222).

Folosind forța fiziologiei genetice a genomului şi analiza QTL, cercetătorii de la Laboratorul de Semințe din Wageningen, Olanda (Ligterink, 2010). Identificarea secvențelor de gene din cele 101 linii consangvinizate a vizat îmbunătățirea potențialului de germinație, a metabolismului şi capacității de transcripție în vederea stabilizării calității seminței la noul hibrid de roşii (figura 223).

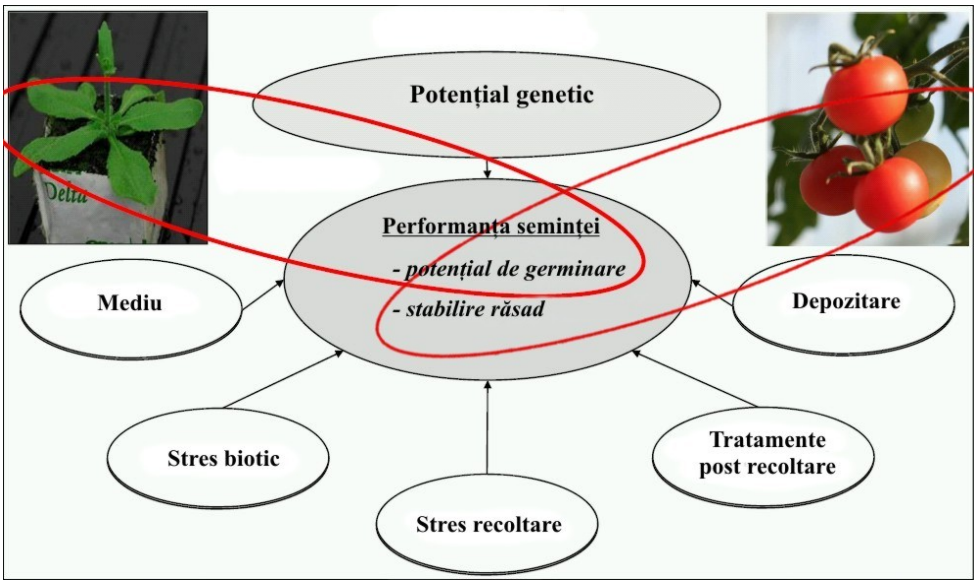


Figura 222. **Calitatea seminţelor reprezintă genetic un complex de însuşiri greu vizibile** (**Sursa:** Seed Lab Wageningen)

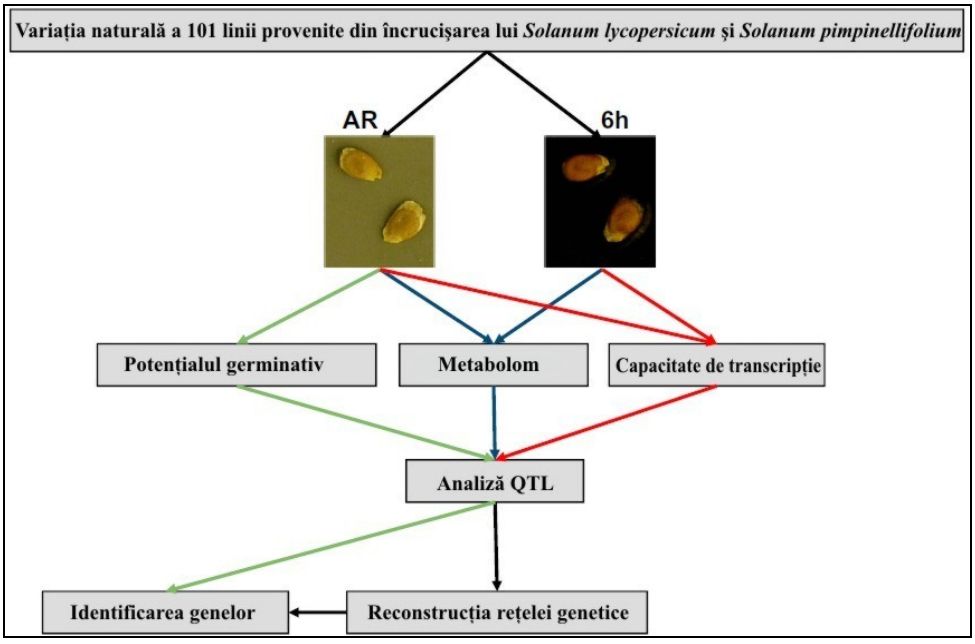


Figura 223. **Variaţia naturală a 101 linii provenite din încrucişarea lui *Solanum lycopersicum* şi *Solanum pimpinellifolium*. Analiza QTL şi refacerea reţelei şi identificarea genelor de reconstrucţie** (**Sursa:** Seed Lab Wageningen)

Noul tip de genom, reconstruit prin optimizarea secvențelor genetice, neconforme, oferă următorii parametri fiziologici îmbunătățiți noului hibrid obținut între două specii de roşii, şi anume *Solanum lycopersicum* şi *Solanum pimpinellifolium* prezintă acum următorii parametri fiziologici îmbunătățiți (figura 224):

- germinație foarte bună în condiții normale
- germinație foarte bună în condiții de stres osmotic
- germinație bună în condiții de stres salin
- germinație bună în condiții de stres de temperatură
- germinație bună în condiții de stres oxidativ
- dorminanța redusă după maturare, uniformă la ieşire din sămânță.

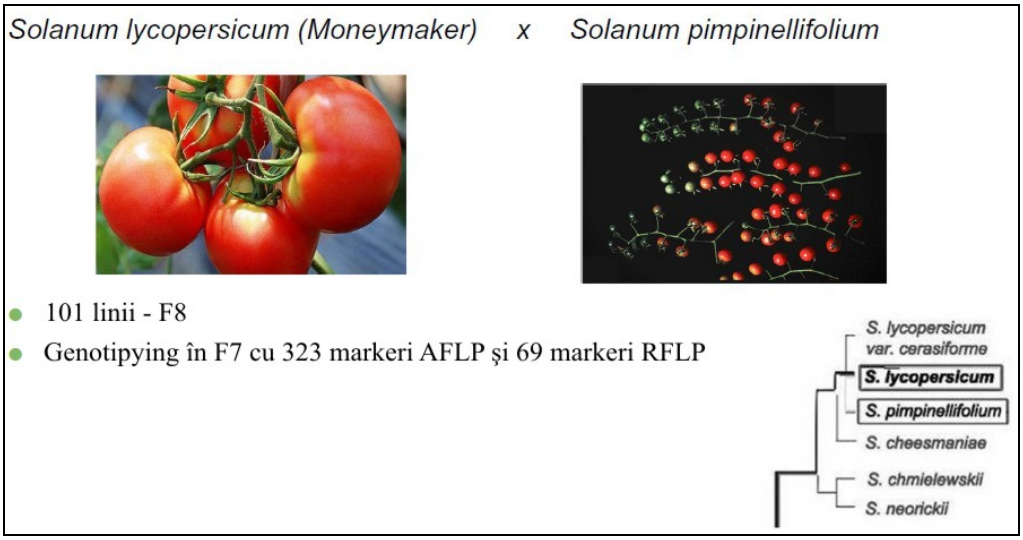


Figura 224. **Recombinarea liniilor consangvinizate (RIL) a populaţiilor de** *Solanum lycopersicum* **şi** *Solanum pimpinellifolium* (**Sursa:** Seed Lab Wageningen)

Longevitatea semințelor

- Bună după controlul dăunătorilor
- Bună după îmbătrânire, comparativ cu martorul

Morfologia seminței

- Sămânța este normală
- Toate componentele embrionare, distincte şi plasate la locul lor
- Lăstari la locul lor (tija)
- Rădăcina la locul ei
- Hipocotil prezent la locul lui

– Rata de creştere a rădăcinilor există şi e demonstrată pe amprenta genetică

– Arhitectura rădăcinii dezvoltată la nivel maxim

– Plantă în întregime se regăseşte în embrionul seminței.

În figura 225 prezentăm suplimentar modul cumulativ de determinare a germinației prin măsuri combinative şi cumulative, ca şi uniformitatea realizării germinației.

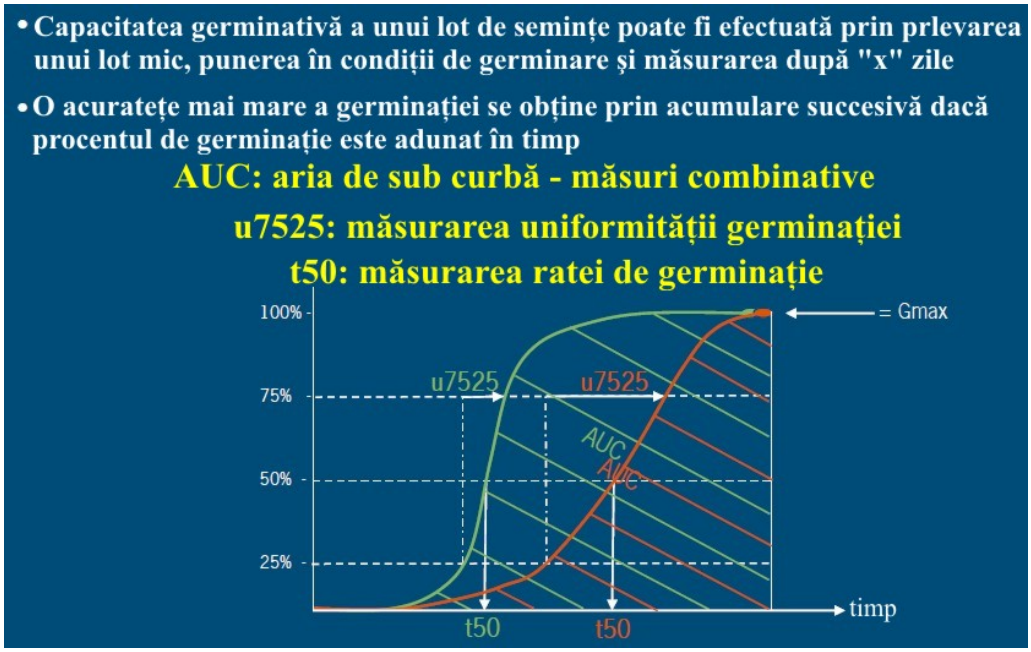


Figura 225. **Parametri fiziologici, măsurarea germinaţiei** (**Sursa:** Seed Lab Wageningen)

În figura 226 prezentăm în final modul de utilizare a genomului plantelor, pentru detecția variabilelor secvențiale neconforme ale genelor, expresia noilor gene refăcute, metaboliții implicați şi metabolomul, adică tabloul tuturor metaboliților care se află în celule, țesuturi şi organe.

Reconstrucția rețelei genetice conduce la optimizarea expresiei genelor sau a complexului multigene cu reglarea favorabilă a dezvoltării semințelor şi apoi a plantelor. Semințele obținute pe această cale se pot întâlni la toate speciile, cu excepția celor care se înmulțesc vegetativ unde procesul QTL suferă modificări largi deoarece variația genetică în acest caz poate fi cu mult mai mare.

Sămânța obținută pe această cale este mai scumpă. Agricultura viitorului va folosi cu siguranță modelele genetice de reparație a genelor şi de stabilizare a lor, mai ales în condițiile în care modificările climatice vor aduce grave deteriorări genomurilor plantelor principale producătoare de hrană şi energie.

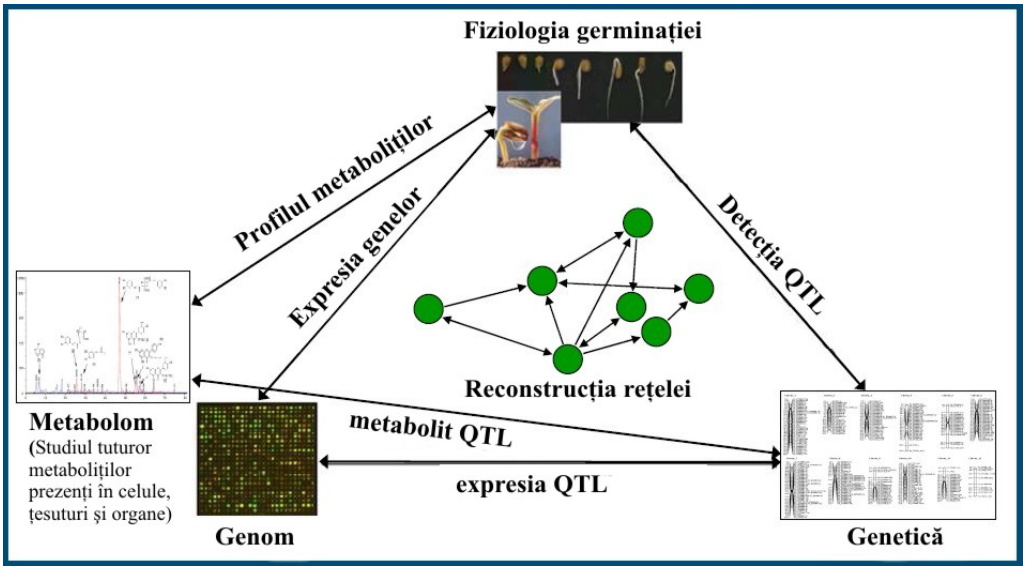


Figura 226. **Conceptul privind utilizarea genomului în perfecţionarea însuşirilor fiziologice ale germinaţiei şi dezvoltării plantelor** (**Sursa:** Uni Wageningen)

Subliniem, de asemenea, că în noul complex de gene, pe care-l dorim mai eficient, pot fi incluse şi acelea care pot îmbunătăți rezistența plantelor la temperaturi înalte la diverse stresuri biotice sau la ger (figura 227). Genele se pot găsi pe un singur cromozom sau pe mai mulți. În figura 227 ele se găsesc pe un singur cromozom. Noile trăsături impuse prin reparațiile QTL se referă la creşterea rezistenței plantelor față de temperaturi ridicate prin inducerea a două secvențe genetice, pe poziția 1 prin exprimarea şi producerea de către celule încă din faza tânără a galactosilglicerolului şi pe poziția 11 unde corecția germinației are loc şi vizavi de alte stresuri abiotice cum ar fi salinitatea, prin exprimarea şi producerea acidului oxalic care neutralizează ionii de sodiu şi a hidroxitriptaminei care colaborează la reducerea consumului de apă şi o reducere a metabolismului plantei, până ce trece perioada de secetă şi temperaturi înalte.

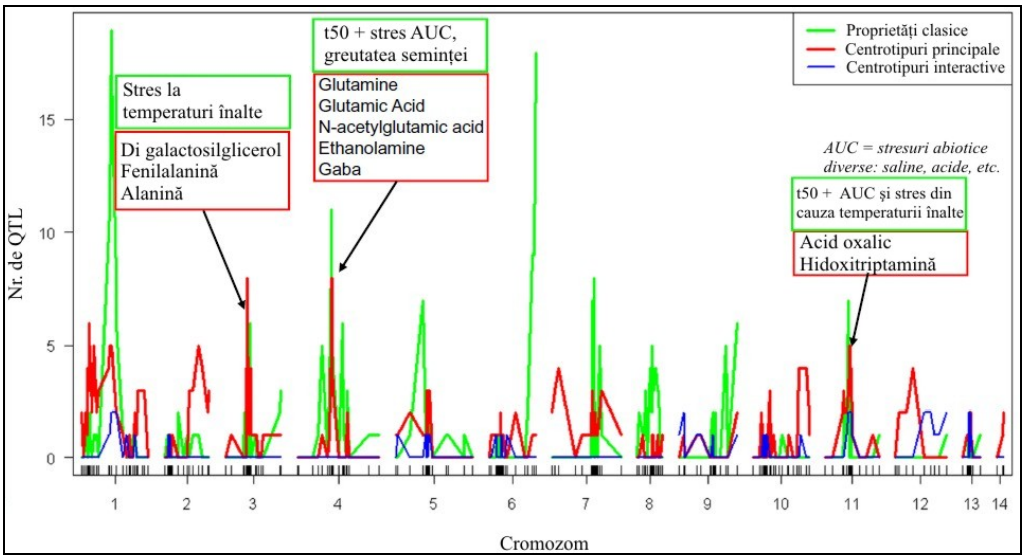


Figura 227. **QTL locaţii prezente de-a lungul unui cromozom din genom de care agricultura viitorului va ţine neapărat seama şi va cere amelioratorilor să ţină la rândul lor seama de ea** (**Sursa:** Wageningen Uni)

9.5. MANAGEMENTUL SEMINŢEI ÎN ROMÂNIA

Deşi aparatul birocratic este umflat, managementul este relativ simplu şi se bazează mai mult pe elementele clasice, de control. Lipseşte în totalitate un mecanism de informare, consultanţă şi asistenţă tehnică, dizolvat prin bunăvoinţa guvernului Boc.

Fără a intra în detalii, lumea managementului semințelor se împarte în patru direcţii (figura 228).

Sistemul prezentat în figura 228 este bine reprezentat la nivel naţional, teritorial, dar suficient de slab alcătuit la nivel central. Ministerul Agriculturii nu dispune decât de 4 oameni în INCS care depun eforturi susţinute pentru direcţionarea controlului. Din această cauză, la nivelul ITCSMS-urilor se fac adesea greşeli mari cu generarea de conflicte. Nu întotdeauna actul de control este transparent şi este mai greoi decât în multe ţări ale UE. În exercitarea actului de control nu se foloseşte multifuncţionalitatea, ci pur şi simplu procedeul clasic. Lipseşte actul de îndrumare şi asistenţa tehnică.

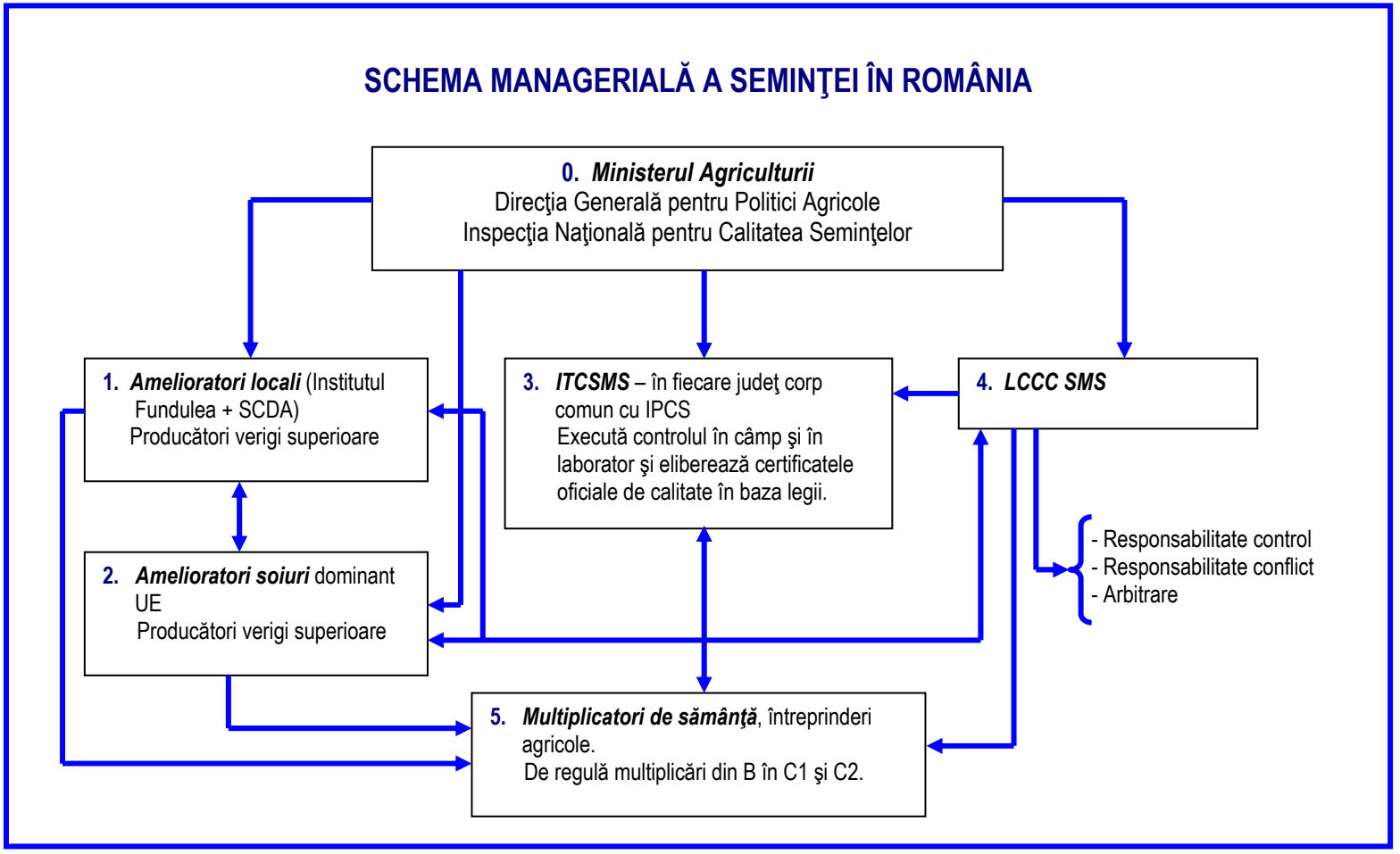


Figura 228. **Schema redusă a managementului instituţional bazat pe control în baza Legii 212/2010 în România**

Notă: În baza Legii 212/2010 amelioratorii români şi străini au dreptul prin patent local sau UE la protecția soiurilor şi hibrizilor şi materialului săditor.

INCS controlează lotul prin ITCSM, acceptă, testează şi controlează parametrii clasici de calitate ai semințelor ca şi modul corect de producere. LCCSMS răspunde prin supervizare de calitatea şi puritatea genetică, varietală şi gestionează conform legii posibilele conflicte.

INCS ca şi instituțiile din subordine sunt recunoscute de ISTA şi ISTIS, organe internaționale, primul ocupându-se cu testarea iar cel de-al doilea cu controlul.

Conform acestor organisme, câmpurile, terenurile de înmulțire şi producție semincere se amplasează pe:

- terenuri uniforme, stabile, cu umiditate asigurată şi fără riscuri majore de natură biotică şi abiotică.
- Se respectă cu strictețe asolamentele, rotațiile şi disfuncționalitățile în lucrările solului şi asigurarea nutriției plantelor.
- Nu se acceptă terenuri îmburuienate sau cu mare pericol de infecții cu boli şi dăunători.
- Nu se acceptă terenuri neuniforme, în planul texturii, a humusului, structurii sau stării ecologice.

Din acest moment, ISTA şi ISTIS îşi separă modalitățile de lucru. ISTA se ocupă de calitatea fenotipică şi genotipică a semințelor cu atenție şi asupra însuşirilor fizice ale eşantionului.

Testele privind puritatea, varietatea se împart în două categorii:

1. **Metode morfologice tradiționale** care se execută în laborator, casă de vegetație şi în câmp (figura 229).
2. **Metode moderne** (figura 230).

a. Electroforeza pentru determinarea proteinelor specifice.
b. Markeri moleculari: extracție AND: PCR.
c. Microsateliți: simple secvențe repetabile (SSR).

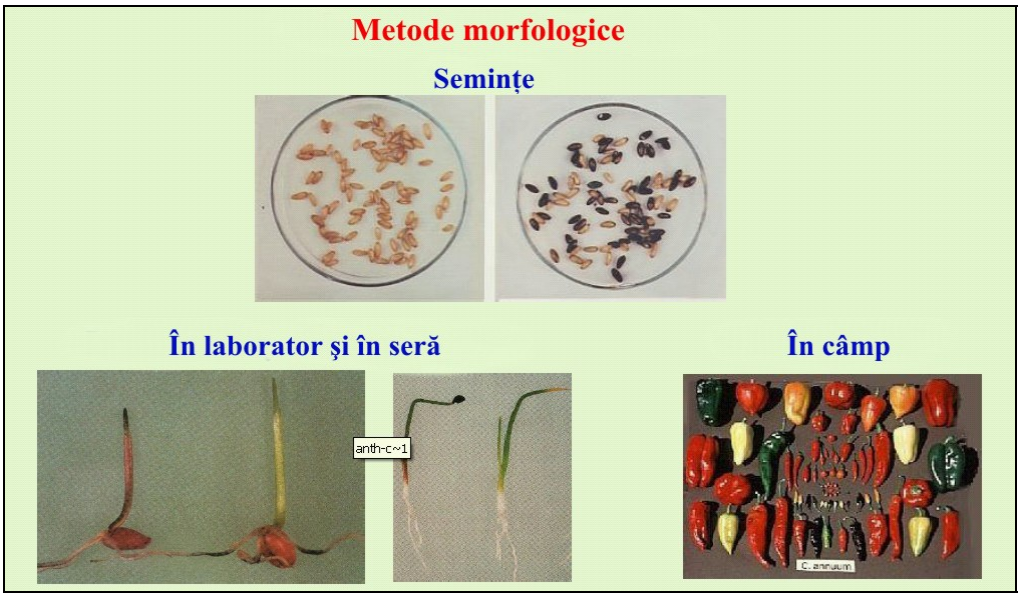


Figura 229. **Metode tradiţionale de testare a varietăţii**

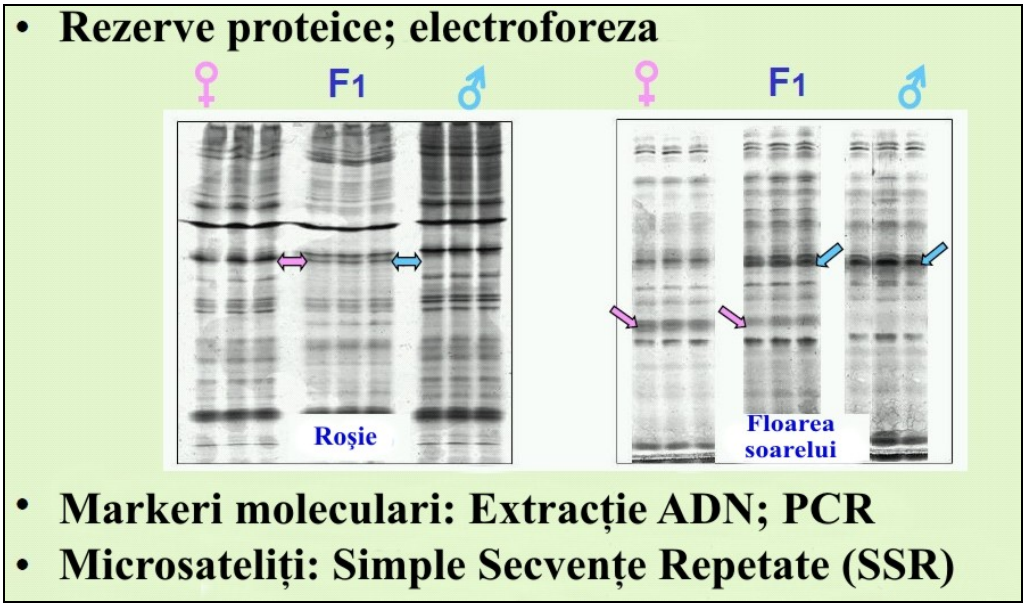


Figura 230. **Metode moderne**

După informațiile noastre, prima metodă se poate utiliza şi în România, însă ultimele două sunt mult mai scumpe, cel puțin deocamdată, şi nu pot fi utilizate.

Analizele care fac parte din evaluarea calității sunt următoarele:

1. Puritatea semințelor.

- Se determină semințele neconforme ale aceleiaşi specii hibrid sau soi.
- Se determină semințele de specii apropiate, de exemplu durum în aestivum, sau invers.
- Se determină semințele de buruieni sau alte plante (figura 231).

Figura 231. **Determinarea purității seminței** (Powell A.A., 2009)

Se execută, de regulă manual, folosindu-se următoarele instrumente:

a) Lentile, lupe b) Microscoape c) Site	suflante cu aer	Material uşor pleavă resturi de plante

2. Germinația. Reprezintă capacitatea semințelor de a reproduce o nouă plantă. Germinația reală se vede, de fapt, în câmp, şi se numeşte răsărire în condiții optime de climă şi aşezare a seminței în patul germinativ. Reprezintă indicatorul cel mai important al seminței.

Germinația se determină uzual în laborator pe o hârtie specială care seamănă cu cea de filtru, pe un tifon special care se rulează sau pur şi simplu pe un sol uşor, bine structurat. În ultimul caz se poate stabili şi capacitatea de răsărire. În figura 232 se prezintă o imagine după ISTA dintr-un laborator de control cu dominantă pe germinație.

Figura 232. **Determinarea germinației plantelor în laboratoare specializate**

În figura 233, în viziunea aceluiaşi institut internațional se exprimă prin fotografii diferența între germinația normală şi anormală în condiții de evaluare la porumb, şi anume:

În cazul germenilor normali, coleoptilul este uniform la toți germenii şi nu se diferențiază semnificativ. Rădăcinile sunt albe şi viguroase.

În cazul germenilor anormali întâlnim trei situații:

a) O anormalitate creată de diferența mare de creştere a coleoptilului. Această anormalitate poate fi obținută de soiuri sau hibrizi, prin pierderea de secvențe genetice şi poate fi rezolvată prin analiza QTL şi reparațiile, completările secvențelor genetice care au creat variabilitatea germinației în sensul discutat.

b) A doua categorie de anormalități este oferită de deformarea tinerelor plăntuțe germinate, care au o multitudine de cauze ce ar putea face obiectul unei discuții foarte elaborate.

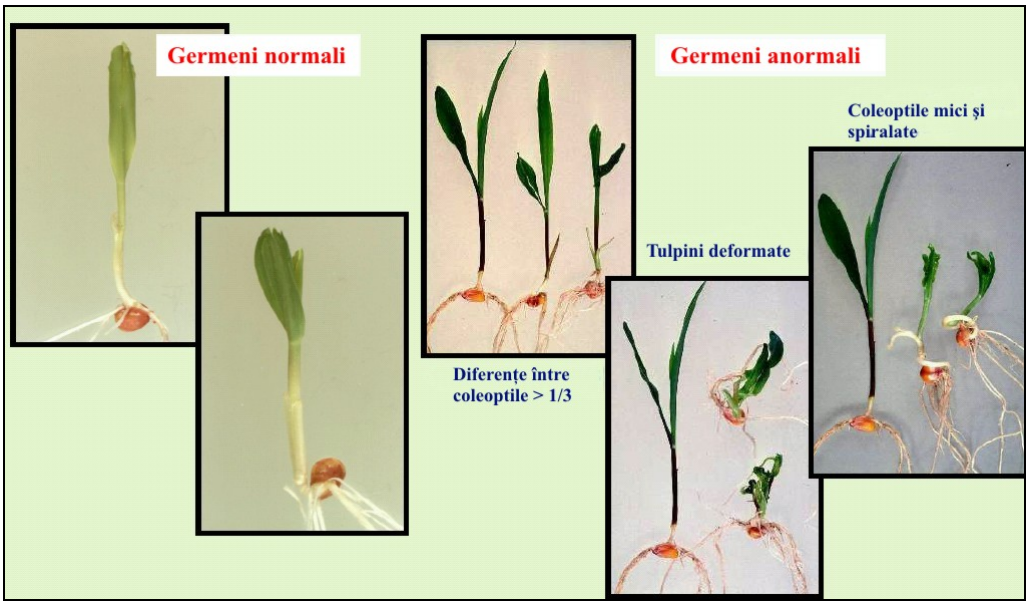


Figura 233. **Model de evaluare a germinaţiei la porumb**

b1. Cauze genetice, atunci când anormalitatea este mare.

b2. Cauze generate de unele boli, în care caz lotul analizat se respinge (virusuri, bacterioze).

b3. Cauze generate de unele cauze abiotice, de depozitare necorespunzătoare sau tratamente cu unele produse cum ar fi cumarinele.

c) Al treilea model de anormalitate se referă la deformarea sub formă de spirulare a coleoptilelor. Din această cauză tânăra plăntuţă se leagă direct de hipocotil, rămâne mică şi deformată. Spirularea coleptilelor se datorează unor factori endogeni (pot fi şi genetici) care influenţează redistribuirea enzimelor de creştere în plăntuţe, mai ales la acest nivel.

Test rapid de evaluare a viabilităţii seminţelor

▪ Colorarea seminţelor cu clorură de tetrazolium. Utilizată mai ales în medicină, clorura de tetrazolium este de un colorit divers, cel mai frecvent de nuanţă coloristică roşie. În general, coloratura roşie este imprimată celulelor vii. În cazul colorării grâului, supus testului viabilităţii, acesta este ţinut până la îmbibare într-o soluţie standard. Prin secţionarea seminţelor putem ajunge în una din situaţiile din figura 234.

– Dacă întreg embrionul e roşu înseamnă că sămânţa e vie şi capabilă să dea naştere unei plante normale şi reprezentative (1).

– Dacă embrionul este necolorat şi pulpa bobului este vinеţie, suntem siguri că sămânţa e moartă (3).

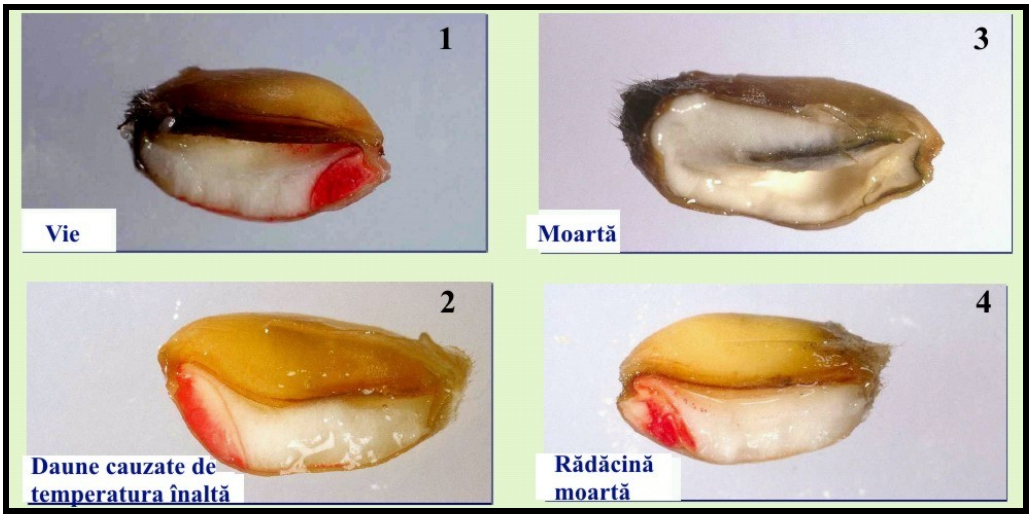


Figura 234. **Semințele ale căror țesuturi vii sunt colorate, sunt considerate normale, pentru o dezvoltare normală a plăntuțelor**

– Dacă embrionul este incomplet colorat sau numai parțial colorat, ar putea apărea un germene anormal, asemănător uneia din situațiile din figura 233. Cauza este însă influența unui stres abiotic, de regulă temperaturi ridicate (2).

– Dacă zona unde este poziționată rădăcina în embrion este necolorată, atunci rădăcina este moartă, sămânța generând germeni anormali.

Fireşte că acest indicator este vizibil în câmp unde se corelează cu energia germinativă, cu condiția ca regulile de bază ale semănatului să fie respectate,

Testul privind vigoarea seminței se poate efectua prin metoda conductivității la 36 ore (la fasole) sau prin metoda accelerării cu vapori timp de 72 de ore + 8 zile germinație (la soia).

Vigoarea seminței se corelează strâns cu ceea ce noi denumim capacitatea de răsărire şi formare a unei culturi uniforme cu mare potențial de manifestare în domeniul producției şi al calității ei.

Atenție! O sămânță poate să aibă excelenți parametri obținuți în laborator, dar dacă în câmp nu este plasată la momentul potrivit, la locul potrivit (tip de sol, lucrarea patului germinativ şi mai ales adâncimea în condiții potrivite – umiditate în sol, temperatură, căldură, raport convenabil apă/aer şi alte mii de factori), atunci rezultatul răsăririi nu se mai corelează cu capacitatea germinativă.

Capacitatea de răsărire a plantelor scade pronunțat dacă planta premergătoare este greşit aleasă. Ben-Hamouda Manaf şi colab. (2001) demonstrează că, în general, atât soiurile de grâu aestivum, cât mai ales soiurile de grâu durum îşi reduc puternic capacitatea de răsărire, dar mai ales procesul de fructificare şi formare a producției dacă sunt cultivate după orz, datorită efectului alelopatic al acestuia. Alelopatia orzului ca plantă premergătoare se poate manifesta prin pierderi de producție de până la 500-600 kg în condițiile comparate cu rapița sau floarea-soarelui.

Alți factori care pot influența negativ răsărirea şi dezvoltarea plantelor sunt următorii:

a) Infecția semințelor cu boli – fungi, bacterii, virusuri, nematozi, insecte (figurile 235 şi 236).

Figura 235. **Larvă de *Sitotroga cerealella*, prezentă în depozitul de seminţe.** Larva atacă cu precădere embrionul seminţelor, cauzând mai ales distrugerea germinaţiei seminţelor. Laboratoarele au obligaţia să determine gradul de atac, şi nicidecum să-l ascundă. Ascunderea s-a întâmplat în Ialomiţa, România, în noiembrie 2010 de către LCCSMS Ialomiţa (**Sursa**: Ages)

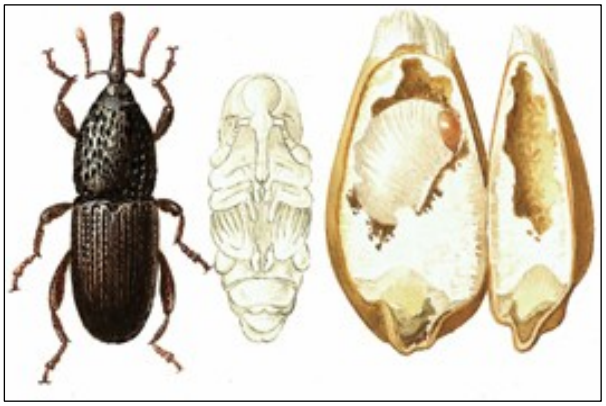


Figura 236. **Adult şi larvă de *Sitophilus granarius*.** Foarte prezent în depozitele de seminţe din România şi care provoacă pagube mari

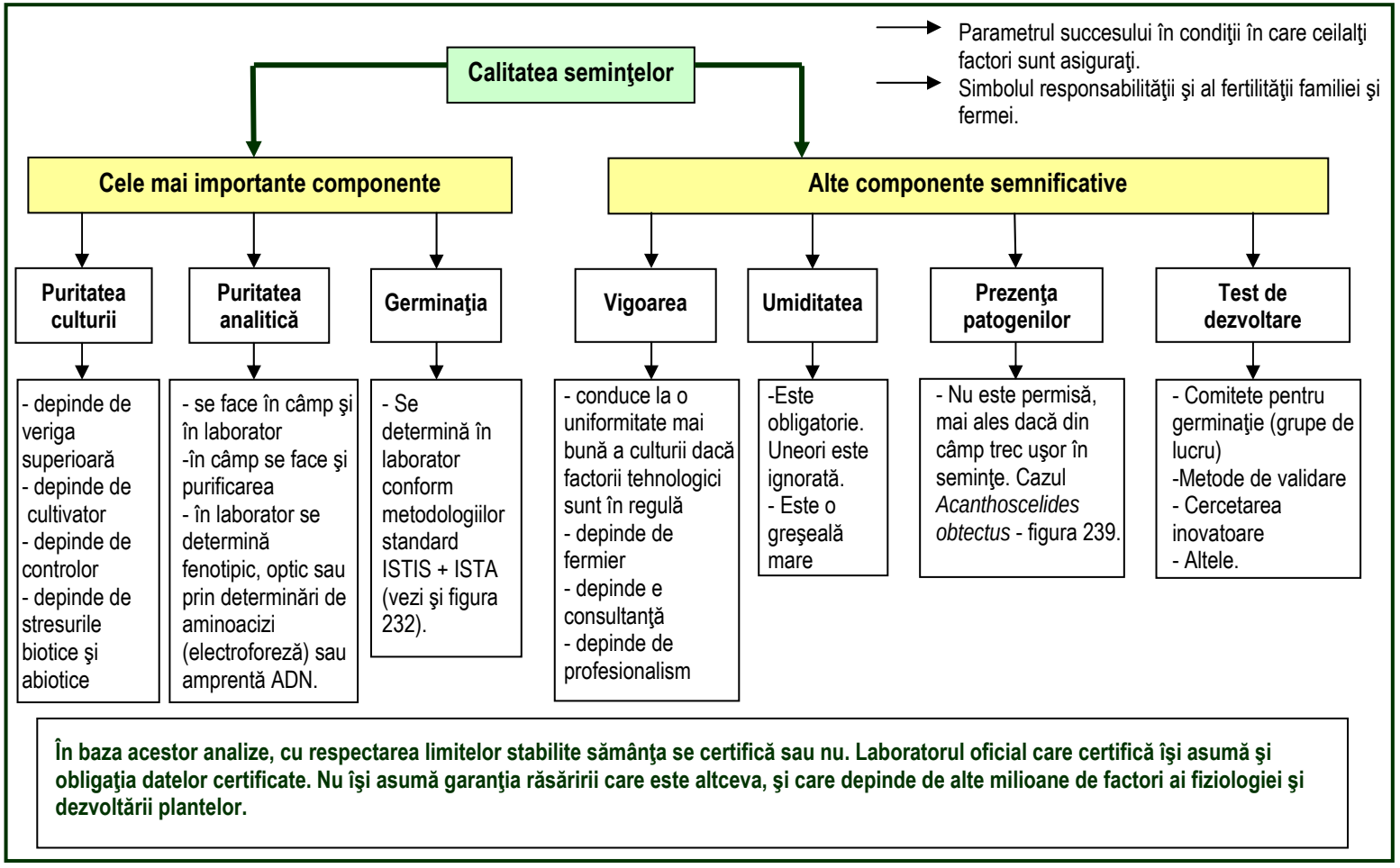


Figura 237. **Managementul calităţii seminţelor este influenţat de mai mulţi parametrii şi componente** (original)

b) Umiditatea de conservare a semințelor, adeseori uitată a fi înscrisă în buletinele de analiză. Un asemenea caz a fost înregistrat de către ITCSM Ialomița în iarna anului 2010 la un postcontrol pe grâul durum. Din cauza incompetenței acestui laborator în subordinea Ministerului Agriculturii, din cauza analizelor sale efectuate pe semințe de durum infestate cu dăunători şi boli de depozit, societatea A. a declanşat un mare proces împotriva societății P. S-a pornit de la o greşeală de management a firmei A., care, utilizând incompetența sau reaua voință a instituției statale a condus la un conflict comercial unic prin stupiditatea sa în spațiul agricol românesc, european şi internațional, demonstrând lipsa de profesionalism, dublată de lipsa de moralitate generată probabil de corupție în perimetrul agricol românesc, corelată direct cu lipsa de performanță agricolă în spațiul agricol românesc.

Umiditatea ridicată în semințe poate fi generată de recoltarea timpurie, de ploi în perioada recoltatului, sau de depozitarea în condiții necorespunzătoare, în care semințele au acces la umiditatea pătrunsă în depozitele neetanşate, declanşând activitatea enzimatică pentru cel puțin 4 enzime ale glicolisinei, 2 enzime ale pentaz-fosfatului, 2 enzime ale ciclului acidului triboxylic şi 2 enzime ale metabolizării proteinelor în acizi aminici şi ai formării fosfatazei (Firenzoli şi colab., 1968).

Reuscarea seminței după declanşarea enzimatică conduce apoi la degradarea sănătății seminței în momentul postcontrolului germinativ, argument pentru infractori care vânează venituri ilegale din proasta gestionare a stocului de semințe.

Încercând să tragem câteva concluzii privind calitatea semințelor şi factorii de influență, am alcătuit figura 237 din care reies următoarele:

1. Sămânța este numai acel material destinat obținerii unei noi culturi care îndeplineşte parametrii solicitați prin lege de către institutele de certificare şi control, urmare a unei cercetări foarte îndelungate şi exacte.

2. Nu există o suprapunere între capacitatea germinativă şi gradul de răsărire. Pentru majoritatea culturilor, răsărirea în câmp este plasată la un nivel de 75-85% din valoarea germinației. Pentru grâul durum, nu tocmai potrivit pentru solurile şi condițiile din România, şi numai pentru zona din sudul țării, răsărirea poate fi 70-80% din nivelul germinației (cercetări proprii + De Gara Laura şi colab., 2003).

3. Producția de sămânță este absolut necesară pentru agricultura modernă. Faptul că în România nu se seamănă sămânță certificată constituie una din principalele cauze ale lipsei de performanță. Să ne amintim următoarele cifre:

Sămânța certificată aplicată în agricultura României în %:

Cereale	15-30%
Cartof	5%
Porumb	70%
Rapiță	40%
Floarea-soarelui	90%
Legume	15-60%
Soia	25-40%

O asemenea situație nu o mai întâlnim în nicio țară europeană, mai ales la cei care fac parte din Comunitate.

Efecte:

- Reducerea producției cu 10-60%, în funcție de cultură.
- Presiune mare de infecție cu buruieni, boli şi dăunători.
- Presiune poluantă ridicată datorită folosirii unei cantități mari de pesticide.
- Reducerea stabilității şi a durabilității sistemului de producție al plantelor.
- Calitate slabă datorită diferitelor forme de micotoxine.
- Capacitate redusă de rezistență la stocare.
- Prețuri mai mici şi probleme sociale mai mari.

Figura 238. **Germinaţie 94%. Soiul de orzoaică Tunika, efectuat în laboratorul Probstdorfer 25.01.2011. Calitate excepţională livrată în Italia** (**Sursa:** foto autor)

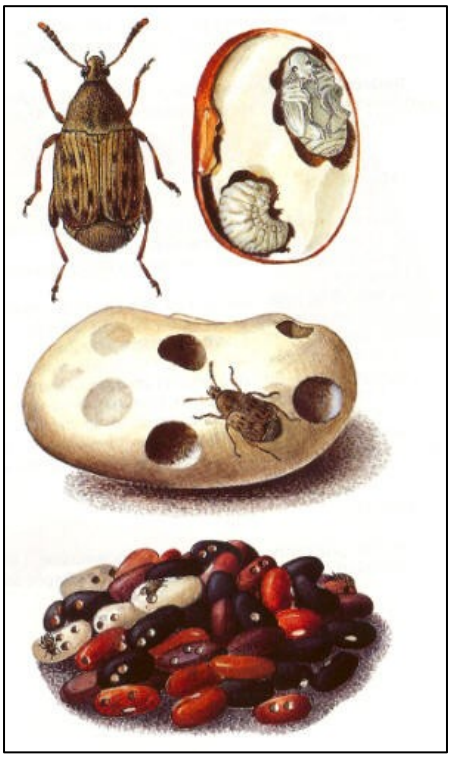


Figura 239. ***Acanthoscelides obtectus*****, gândacul fasolei, al mazării şi a altor leguminoase. Este originar din America de Sud, dar acum este prezent în toată Europa. Adultul atacă în câmp, unde îşi depune ouăle, formează 1-3 larve iar sămânţa se impregnează cu o fereastră izolatoare per orificiu. Dezvoltarea continuă în depozit unde reapar adulţii şi pot crea un nou ciclu de atac. Durata unui ciclu este de 70-80 zile. Depistarea lui în seminţe elimină lotul de la însămânţare. Gazarea cu fostoxin este puţin eficace pentru că larvele sunt bine protejate în interiorul seminţei.**

9.6. SEMĂNATUL. DENSITATE ŞI MOMENT

De regulă, orice manual consultaţi vă va informa şi pe bună dreptate că orice cultură, atât în toamnă cât şi în primăvară, are un anumit moment de semănat, rezultat din extrem de numeroase cercetări şi că el este necesar a fi respectat dacă ne propunem să obţinem nivelul şi calitatea producţiilor dorite şi, eventual, planificate. Şi, într-adevăr, aşa stau lucrurile dacă ne gândim la producţia principală, la ciclicitatea utilizării complete nu numai a temperaturii ca factor de vegetaţie, ci şi a altora care, în conformitate cu legile naturale ecologice au o egală importanţă în dezvoltarea plantelor, a culturilor şi în realizarea producţiei şi a calităţii ei.

Întâlnim în diferite publicaţii cum că grâul de toamnă are nevoie după semănat de 400- 500^{o}C pentru a intra bine în iarnă şi a promite o producţie foarte bună. Afirmaţia specialiştilor care scriu asemenea articole pare puţin hazardată dacă ne gândim că plantele au în egală măsură nevoie de temperatură, dar şi de apă, lumină şi elemente minerale, ca şi de o anumită maturizare adaptativă a seminţei cu solul, mai ales dacă se seamănă pe vreme secetoasă.

Momentul alegerii semănatului în primăvară pentru culturi este legat cu prioritate de temperatura minimă de germinație, stabilizată în sol la $T_G + 2^o$ cel puțin 5 zile consecutive. Întârzierea semănăturilor în primăvară este dăunătoare mai ales soiurilor şi hibrizilor tardivi şi îndeosebi restricțiilor impuse de factorul apă.

Alegerea soiurilor şi hibrizilor este o decizie atât de importantă încât putem afirma că până la 50% din efectul economic al unei culturi depinde de această decizie.

La cerealele de toamnă temperatura optimă de germinat este de 20-25^{o}C. Cu toate acestea există o multitudine de motive pentru care nu vom semăna nici la temperatura maximă, nici la cea minimă $\boxed{T_{Gm} = 2 - 3^oC}$. Semănatul fiecărei culturi de toamnă se va face ținând cont de experiențele de câmp efectuate în diferite zone ale țării.

Scopul semănatului se corelează şi cu parametrii fiziologici şi biochimismului semințelor în timpul germinării, cu capacitatea speciilor, soiurilor sau hibrizilor de a avea nevoie de suficientă lumină pentru acumulările calitative necesare iarovizării şi înfrățirii de capacitatea de a înfrăți, peste iarnă, în ferestrele iernii şi în primăvară. Acumulările de energie fotosintetică sau pur şi simplu „de electroni" sunt decisive pentru salturile calitative pe care plantele le fac pentru diferențierea organelor de reproducție.

Scăderea temperaturilor şi iernarea au un rol extrem de important în declanşarea sistemelor enzimatice care conduc la formarea producției. Fără iernare la foarte multe soiuri de grâu, la majoritatea în momentul de față, am obține numai producții de paie şi nicidecum de boabe. De puțină vreme au fost obținute însă soiuri de grâu, programate genetic să poată fi cultivate atât toamna cât şi primăvara. Nivelul producțiilor rămâne însă diferit.

9.6.1. Momentul de semănat la cereale şi culturi de primăvară în România

Am afirmat, dar e necesar să repetăm, că parametrii verigii tehnologice denumită „semănat" sau depunerea seminței în pământul fertil care să aducă noile roade este o acțiune plină de responsabilitate pentru activitatea economică a fermei sau a seminței. Semănatul a constituit pentru multe popoare, inclusiv pentru țărănimea română un ritual, o sărbătoare a muncii în jurul căreia se învârteau toate celelalte verigi tehnologice.

Odată cu industrializarea agriculturii, această nuanță de superresponsabilitate față de actul semănării a dispărut. Agricultura modernă, nouă, în curs de naştere, solicită din nou această responsabilitate, în ciuda computerelor care

monitorizează astăzi semănatul, plasate pe cele mai moderne maşini şi tractoare. Principalii parametrii ai semănatului sunt prezentaţi în figura 240.

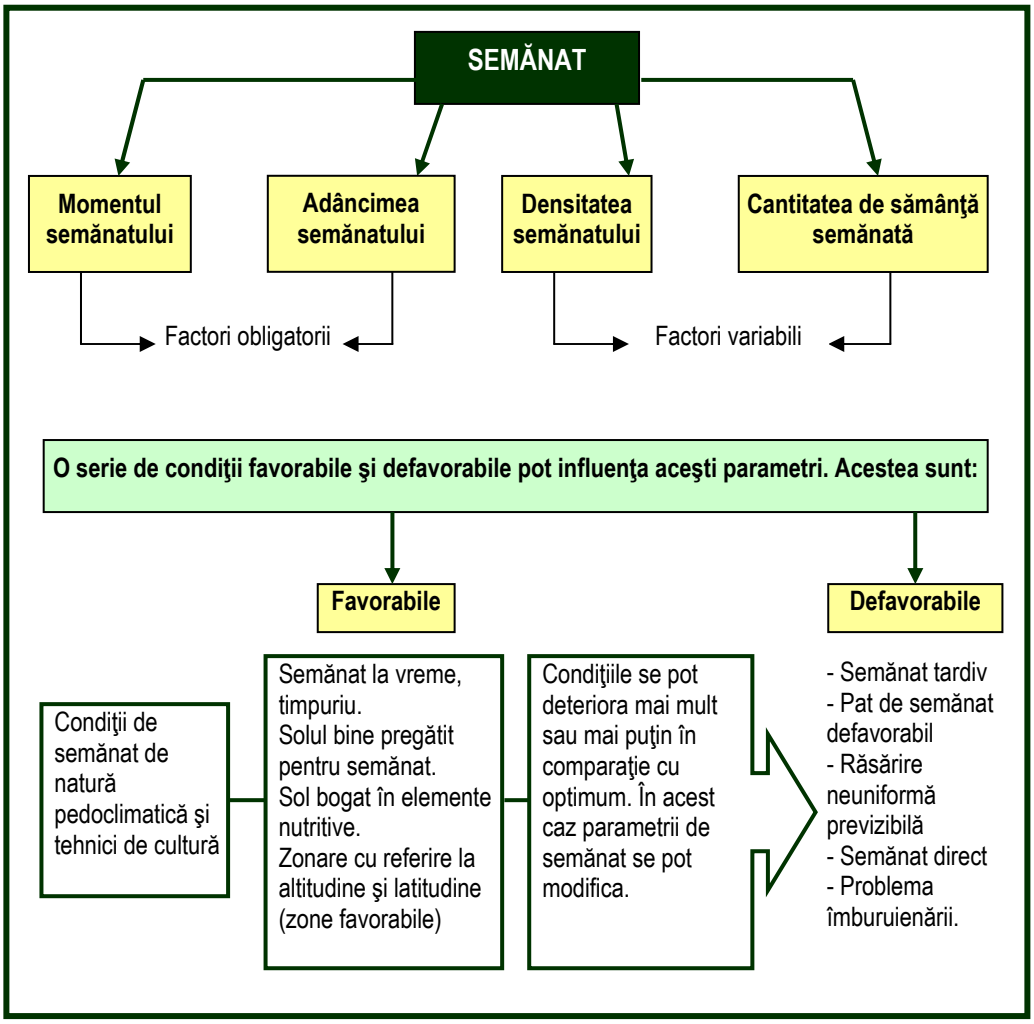


Figura 240. **Principalii parametrii ai semănatului în agricultura modernă** (original)

Densitatea semințelor diferitelor specii şi soiuri de cereale este foarte diferită de la o specie la alta, dar şi de la un soi la altul în funcţie de specializarea genetică, la nivelul genomului fiecărei creații.

În literatura română se găsesc o serie de creații de soiuri destul de bune, cum ar fi: Dropia, Flamura, sau mai modernele Boema, Faur, Glosa, Gruia şi altele, create în rețeaua Institutului Fundulea şi care, genetic, prezintă o adaptabilitate suficient de ridicată la condițiile de secetă ca şi la geruri, fiind

mai timpurii decât numeroase soiuri străine şi putând ajunge calitativ până la 13,5-14% proteină. Sunt, de asemenea, tolerante pentru multe din bolile cu presiune mare de infecție în teritoriul agricol românesc.

Spre deosebire de numeroase alte soiuri de grâu care se cultivă în România, cercetarea românească a reuşit să pună la punct şi o zonare a acestora, şi anume:

Pentru sudul ţării, Bărăgan şi Băneasa	Dropia Flamura 85 Boema Glosa Crina Doru	Mai timpurii în condiţii de irigare şi neirigare
	Delabrad Alex Faur Gruia Izvor	Mai tolerante la arşiţă
Pentru vestul ţării	Alex Romulus Ciprian Dropia Lovrin 34 Ardeal 1	Pentru zona de câmpie
	Arieşan Crişana Delabra	Pentru zona colinară cu pericol mai mic de cădere
Pentru zona Câmpiei Olteniei	Dropia Flamura 85 Boema Glosa Alex Romulus	
	Briana Simmie 3	Mai timpuriu şi suficient de productive
Pentru zona colinară din sudul ţării	Dropia Flamura 85 Boema Glosa	Necesită totuşi soluri fertile
	Faur Gruia	În curs de extindere
În zona Moldovei mai ales în sud şi central, dar şi în nord sunt omologate soiurile	Dropia Flamura 85 Boema Glosa Gabriela	

	Fundulea 4 Faur, Gruia Aniversar Arieşan	
Pentru zona Transilvaniei sunt recomandate soiurile	Arieşan Apullum Turda 2000 Ardeal 1 Dobriţa Voroneţ	
Soiurile de Durum româneşti recomandate producţiei sunt:	PANDUR GRANDUR CONDUR	
Soiurile de triticale româneşti şi recomandate în mai toată ţara:	Titan Tristar Stil	Mai intensive şi precoce
	Silver Prospect	Ceva mai tardive, potrivite pentru zona medie şi nordică a agriculturii româneşti.
Grâu de primăvară	Soiul Speranţa creat la SC Turda indicat pentru zona centrală, dar poate coborî şi în sud.	

Sursa: Institutul Fundulea.

Toate aceste soiuri recomandate mai sus, sunt susținute tehnologic de o densitate de 400-500 boabe germinabile/m^2. Dacă luăm în considerare un procent de răsărire de 85% stabilit prin cercetări numeroase în România putem aprecia că vom avea 340-425 plante răsărite/m^2. Majoritatea autorilor de manuale de fitotehnie consideră că fiecare plantă răsărită ar trebui să producă 2 frați productivi, ceea ce în medie s-ar ajunge la peste 1200 spice/m^2 şi la producții de peste 12 t. Or, aşa ceva nu s-a obținut.

Dumbravă M. (1998) atrage atenția că în Câmpia Română, deşi soiurile româneşti la o densitate de 500 bg/m^2 obțin între 656 frați la Lovrin 51 şi 908 la Soisons, respectiv 894 la Dropia, numărul de spice este mai mic chiar şi decât numărul de plante răsărite, ceea ce înseamnă că avem mai puțin de 1 spic/plante răsărite (vezi şi tabelul 39). În asemenea condiții putem considera, pornind de la datele lui Dumbravă, că frații sunt în totalitate neproductivi iar cei productivi (spicele) aduc o recoltă de boabe de 1,1-1,16 gr/spic în funcție de soi.

Tabelul 39

Componentele de producţie la un sortiment de soiuri de grâu în condiţiile pedoclimatice în Câmpia Română

Soiul	Densitate (bg/m²)	Plante răsărite/m²	Fraţi/m²	Spice/m²	Nr. boabe/spic	Masa boabe/spic
Fundulea 4	500	402	829	371	25 828e43i,1	1,09
Lovrin 41	500	387	656	372	26,8	1,12
Flamura 85	500	413	888	399	26,4	1,10
Rapid	500	405	879	404	25 828e431,4	1,16
Dropia	500	419	894	409	26,5	1,16
Soissons	500	399	908	363	30	1,13

Sursa: M. Dumbravă, 1998.

În funcţie de mmb, cantitatea de sămânţă/ha se ridică la 250-300 kg/ha, ceea ce aduce din start soiurile româneşti în condiţii de neconcurenţă cu soiurile străine prezente pe piaţă.

Atenţie! Pornind de la afirmaţia lui Roman (2006), Bâlteanu şi alţi fitotehnişti, cum că soiurile româneşti în condiţii de practicare a unei agrotehnici corespunzătoare pot produce 2 fraţi fertili, atunci fiecare plantă poate produce 3 spice. Cum producţia minimă/spic este de 1 gram atunci necesarul de plante răsărite nu trebuie să fie mai mare de 200-250 pentru a atinge o producţie rezonabilă de 6-7 t/ha. Dacă din punct de vedere genetic, aşa cum susţine Dumbravă, numărul spicelor este mai mic decât al plantelor răsărite, actualele tehnologii este necesar a fi menţinute pentru asigurarea producţiei de 4-5 t/ha.

La o densitate de 200-250 plante răsărite, cantitatea de sămânţă adusă în sol este necesar a se semăna:

$$\frac{250 \times 41}{99 \times 85} = 120 \text{ kg/ha sămânţă}$$

La o mmb mai mare, să zicem 50, şi la o germinaţie de 90%, cifra se schimbă, şi anume:

$$\frac{250 \times 50}{99 \times 90} = 140\text{kg/ha}$$

În orice caz, dacă fraţii sunt într-adevăr fertili, este absolut necesar ca şi pentru soiurile româneşti densitatea de semănat a se reduce la jumătate, şi la fel şi cantitatea de sămânță pusă sub brazdă.

Am efectuat această analiză pentru simplul motiv că în restul Europei, dar şi în America şi în Canada, în condiţii optime de semănat la grâul de toamnă, dar şi alte culturi cum ar fi secara, alacul, orzul, ovăzul, triticale, densitatea semințelor la semănat la momentul optim şi în condiţii favorabile se situează între 220 şi 300 boabe germinabile/m^2, adică 100-140 (150) kg sămânță/ha. Semănatul tardiv (în afara epocii optime) şi în condiţii dificile conduce implicit la creşterea densităţii şi a cantităţii de sămânță/ha cu 30-60%, apropiindu-se de nivelul densităților şi dozelor de la soiurile româneşti (tabelul 40).

Tabelul 40

Densitatea de semănat şi cantitatea de sămânță în centrul Europei pentru diverse specii de cereale

	Specii	Momentul însămânţării		Densitatea de semănat bg/m^2		Facultatea germinativă medie
		La momentul optim	În afara momentului optim	Condiţii favorabile	Condiţii nefavorabile	
Culturi de toamnă	Grâu	1-10(20) oct.	după 1 nov.	300	500	95
	Secara (populaţie / hibrid)	sfârşit sept.	mijloc oct.	250	350	90
	Alac	mijloc oct.	mijloc nov.	230	300	90
	Orz	20 sept.-1 oct.	> 10 oct.	150 spice/m^2	200 spice/m^2	95
	Ovăz	20 sept.-5 oct.	> 10 oct.	220	350	90
	Triticale	25 sept.-5 oct.	> 10 oct.	250	400	90
	Durum	20 sept.-10 oct.	> 15 oct.	300	450	90
Culturi de primăvară	Grâu	început februarie	început aprilie	400	500	95
	Orz	sfârşit februarie	sfârşit aprilie	350	450	92
	Ovăz	mijloc februarie	mijloc aprilie	350	450	88
	Triticale	început februarie	început aprilie	400	500	90

Sursa: Agridea-2007, adăugită.

Cantitatea de sămânță, exprimată în kg/ha, se calculează în funcție de parametrii ei calitativi şi de necesarul de semănat conform factorilor enunțați, conform formulei:

$$Q = \frac{dxmmg(gr)}{FG\%}$$

în care:

d = densitatea de semănat dorită conform celor explicate mai sus exprimată în nr. de semințe/m^2;

mmg = masa a 1000 gr din semințele destinate semănatului;

FG = facultatea germinativă exprimată în % şi obținută din buletinul oficial sau analize proprii – după caz.

Exemplu:

Densitate = 300
mmg = 45
FG = 90%

$$\Rightarrow \quad Q = \frac{300 \times 45}{90} = \frac{13.500}{90} = 150 kg/ha$$

Distanța dintre rânduri la cereale oscilează între 12,5 (foarte frecvent) şi 25 cm. Un control eficient al calculelor de mai sus ar fi acela al determinării numărului de semințe/metru linear (ml) care depinde de:

- numărul de boabe dorite per m^2 (D),
- de distanța dintre rânduri (d)
- de facultatea germinativă a semințelor (FG), adică:

$$NL = \frac{Dxd}{FG} = \frac{300x12,5}{90} = \frac{3750}{90} = 42 \text{ semințe/ml}$$

În finalul acestui subcapitol prezentăm cantitatea de semințe pentru câteva culturi de cereale de toamnă şi primăvară. Tabelele sunt valabile pentru toate țările central şi mediu europene şi țin cont de facultatea germinativă prezentată în tabelul anterior.

În tabelul următor, în condiții în care sunt recomandate densități anormale de 550 boabe/m^2, nu se regăsesc doze de:

$$Q = \frac{550 \times 45}{90} = 275 \text{ sau } \frac{550 \times 50}{90} = 305 kg/ha$$

Tabelul 41

Cantitatea de sămânță în kg/ha pentru grâu de toamnă

Densitate dorită boabe/m²	Masa a o mie de boabe (mmb)										
	mică				medie				mare		
	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
300	100	110	115	120	125	130	140	145	150	160	165
350	118	125	133	140	147	155	162	170	177	184	192
400	135	153	152	160	168	177	185	194	202	210	219
450	152	161	170	180	190	199	208	218	227	237	246
500	168	179	190	200	211	221	232	242	253	263	274

Asemenea doze creează de la început un disconfort financiar fermierului sau cum se spune, îl face să calce cu stângul.

Trendul, tendința actuală, atât a producătorilor de sămânță cât şi a amelioratorilor este acesta: cu o cantitate cât mai mică de sămânță să se obțină aceeaşi recoltă, la un nivel de calitate cât mai ridicat.

Această nouă atitudine a căpătat denumirea, încă din 1990, de semănat de precizie (*Cultivar,* iulie-august 2009).

Din motive economice Antoine Rivière, agricultor francez (*Cultivar,* iulie-august 2009) a redus cantitatea de sămânță la grânele Premium cu mare capacitate de înfrățire la 120 boabe/m^2, iar la o germinație de 97% obține o cantitate de sămânță aplicată de 54 kg/ha. El economiseşte în felul acesta 36 kg/ha în comparație cu densitatea de 200 boabe/m^2 pe care o folosea anterior. Producția medie obținută de fermierul francez a variat între 85 şi 90 q/ha. În demersul său tehnic, fermierul s-a bazat pe următoarele componente ale producției:

1. 4 frați fertili (spice) + spicul plantei premergătoare = 5 spice/plantă
2. 117 plante răsărite x 5 spice/plantă = 585 spice/m^2
3. 585 spice x 1,43 gr/spic = 8365 kg/ha

Au fost însă cazuri când numărul de spice a depăşit 585, şi anume 117 × 5,5 = 643 spice x 1,43 gr/spic = 9190 kg/ha (vezi şi figura 241).

Atât cercetarea cât şi producția mizează pe capacitatea foarte ridicată de înfrățire primară a soiurilor moderne. Efectul economic constă într-o economie de 34 kg sămânță/ha şi 7000 euro/190 ha = 37 euro/ha. Mai subliniem că Antoine Rivière îşi multiplică singur sămânța, nu lucrează decât cu sămânță certificată la cei mai înalți parametri calitativi.

Figura 241. **Prin semănatul de precizie pe o suprafaţă de grâu de 490 ha într-un asolament cu plante amelioratoare, Antoine Rivière, pe un sol lutos bine ecologizat seamănă doar 120 seminţe/m², adică 54 kg/ha soiuri de mare performanţă şi obţine 580-650 spice cu o producţie de 8,5 - 9,5 q/ha** (Cultivar 2009)

Cercetările efectuate de noi în România folosind grâu Premium de tipul Capo, Josef, Philip demonstrează acelaşi lucru, şi anume că la densitate mică, 170 boabe grâu/m^2 adică la 80 kg/ha modelul plantei după înfrățire se desfăşoară ca în figura 242, respectiv 243.

Figura 242. **Modelul de dezvoltare al unei plante de grâu Premium – soiul Philip după înfrăţire completă.** Sfârşit de aprilie 2011. La o densitate de 170 plante/m^2 planta a format până la 680 spice/m^2 şi o producţie de 680 x 1,3 = 8840 kg/ha. Modelul, generat pe un sol ecologizat cu prezenţa speciei de fixare asociativă pe rădăcini (circa 90 kg), a mai necesitat 120 kg N, aplicat în trei etape (30 + 40 + 50) (foto autor 2011)

a b c

Figura 243. **Respectarea adâncimii de semănat este decisivă, ca de altminteri şi momentul semănatului.** Adâncimea solicitată de soiuri este de 2-4 cm. În acest caz se formează un singur nod pentru înrădăcinare şi înfrăţire. Energia seminţei este complet mobilizată spre aceste două procese decisive. Semănatul adânc 6 - 8 cm conduce la formarea unui coleptil lung şi etiolat care consumă multă energie a plantei şi reduce capacitatea de înfrăţire a plantelor (b şi c). În asemenea condiţii densitatea la semănat este necesar a fi crescută la 250 - 300 boabe/m^2, ceea ce dublează costurile cu seminţele şi îl obligă pe agricultor la un start neeconomic, pe care nu-l poate recupera pe parcurs.

Soiurile Premium, cu o vigoare genetică mare cu o permanentă verificare a rezultatelor QTL şi reconstrucţie a secvenţelor genetice supuse variabilităţii, pot produce recolte foarte bogate şi la densităţi foarte reduse în următoarele condiţii:

a. Se foloseşte exclusiv sămânţă certificată înmulţirea C1 (C2).
b. Exclusă sămânţa neselecţionată, netratată, necertificată.
c. Se respectă momentul semănatului, şi anume 1-20 septembrie pentru grâul comun şi 1-10 septembrie pentru grâul dur.
d. Se respectă adâncimea de semănat de 2-4 cm.

e. Se seamănă la adâncime uniformă şi în sol foarte bine pregătit şi după premergătoare convenabile.

Se conservă apa în sol şi se ecologizează solul.

Am arătat deja într-un capitol anterior că lucrările solului sunt, alături de calitatea semințelor, determinante pentru o răsărire bună ca premiză pentru o creştere şi dezvoltare favorabilă a culturilor.

Obligat să facă o cercetare asupra soiului de grâu durum în toamna târzie a anului 2010, autorul acestei lucrări, lucrând cu 15 ferme şi prelevând 172 probe de plante şi sol, urmărind relația dintre calitatea solului lucrat şi ecologizat şi nivelul plantelor răsărite s-a putut alcătui un interesant grafic (figura 244) din care rezultă următoarele:

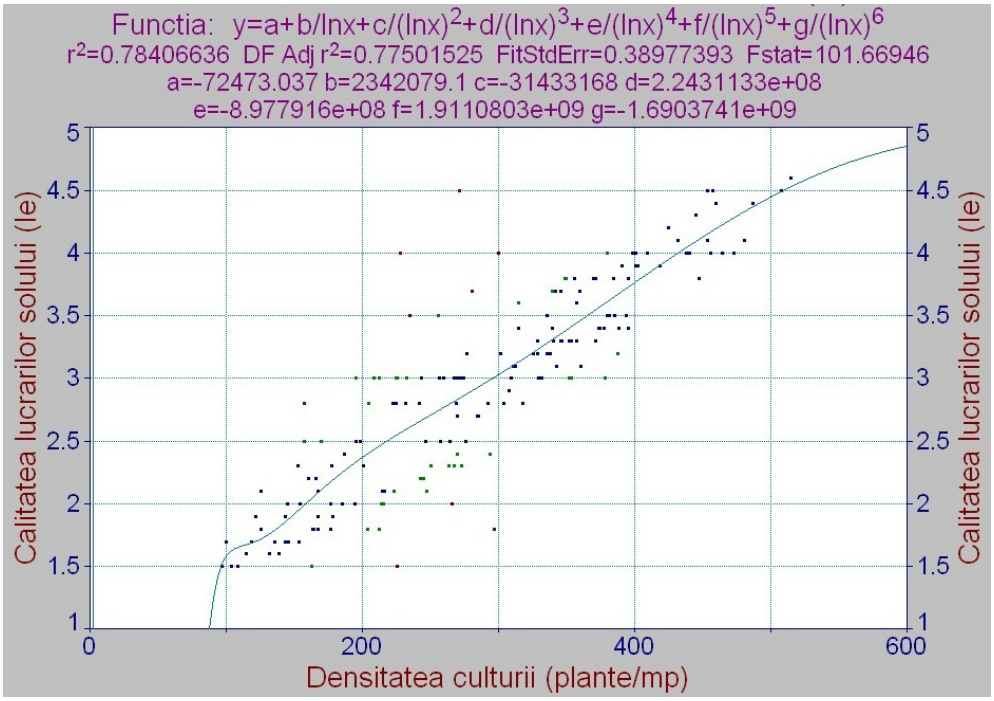


Figura 244. **Corelaţia dintre densitatea răsăririi şi calitatea lucrărilor solului (le)** (Auradur 2010)

Corelația între densitatea de răsărire la 15-20 de zile de la semănat şi calitatea lucrărilor solului prezentată prin Ie (Indicele de ecologizare, vezi capitolul Asolamente), redată prin dimensiunea cifrei de răsărire este foarte semnificativ, r = 0,88^{xxx} şi r^2 = 0,784, cauzând o determinație de 78,5% în aceleaşi condiții de lucru. Menționăm că numărul de semințe semănate a fost între 450 şi 500, mult prea mare în comparație cu recomandările noastre.

Analiza statistică, secvențiată pe grupe este prezentată în figura 245.

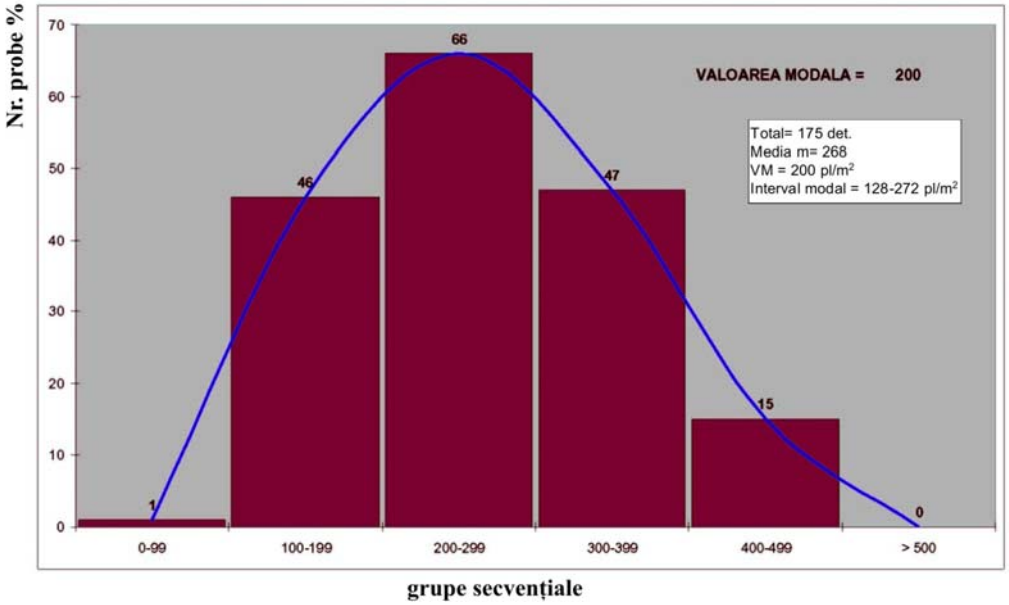


Figura 245. **Analiza statistică Auradur 2010 în relaţia cu fenomenul de răsărire**

Dacă considerăm valoarea modală la 200 plante răsărite, atunci 70% din probele luate depăşesc această valoare. La o înfrățire de minimum 2 frați fertili pe plantă dispunem de cel puțin 600 de spice/m^2 × 1,3 gr/spic = 7800 kg/ha. Între 100 şi 199 plante răsărite (media 150) putem avea 400 spice/m^2 × 1,4 gr = 5600 kg/ha. Aşadar, agitația unor pseudospecialişti care țin neapărat să lucreze pe sistemul 1 bob semănat = 1 spic, constituie pagubă adevărată pentru agricultor.

Atenție! O corelație pozitivă între densitatea răsăritului din toamnă şi nivelul recoltelor nu a fost găsită de nicio cercetare pe niciun meridian al pământului, datorită zecilor de mii de factori care pot influența dezvoltarea şi evoluția fenologică şi productivă a culturilor. Insistăm asupra acestui aspect pentru că există producători şi intermediari care încearcă evaluarea producțiilor din toamnă, ceea ce denotă lipsă crasă de profesionalism. Această lipsă de profesionalism face parte şi din dotarea intelectuală a unor experți judiciari care confundă biodiversitatea cu biotopul.

În figura 246 este prezentată o cultură de durum care promitea o producție de cel puțin 7500 kg/ha cu numai o lună înainte de recoltare. Ploile abundente din vremea recoltării şi căderea culturii datorită furtunilor au redus recolta la maximum 5800 kg/ha.

Figura 246. **Cultură de Auradur 2010, pornind de la 220 plante/m² în toamnă, producţie de 5800 kg/ha, după ce evaluarea de la mijlocul lunii mai indicase 7500 kg/ha**

Pentru alte culturi de cereale densitățile la semănat se corelează în primul rând cu capacitatea de înfrățire, momentul de semănat şi lucrările de pregătire a patului germinativ.

- Pentru orz se recomandă: o densitate de 220-350 boabe/m^2
  o cantitate de sămânță 74-214 kg/ha
- Pentru triticale se recomandă: o densitate de 300-450 boabe/m^2
  o cantitate de sămânță 107-260 kg/m^2
- Pentru ovăzul de toamnă: o densitate de 250-400 boabe/m^2
  o cantitate de sămânță de 67 - 178 kg/ha.

La cerealele de primăvară:

- Grâu de primăvară: densitate 400-500 boabe/m^2
  doza: 135-263 kg/ha

- Orzoaica (orz de primăvară): densitate: 350-450 boabe/m^2
  doza 137-254 kg/ha

- Triticale de primăvară: densitate 400-500 boabe/m^2
  doza 160-289 kg/ha.
- Ovăz de primăvară: densitate 350-450 boabe/m^2
  doza 103-194 kg/ha

În concluzie, privind mai ales elementele de formare a componentelor producției putem spune următoarele:

- Pentru majoritatea soiurilor Europei şi Americii nu există o corelație strânsă între densitatea culturii şi nivelul producției pe intervalul 200 - 500 boabe/m^2 dacă ceilalți factori de vegetație sunt îndepliniți. Densitatea spicelor este determinantă.

- Există însă o corelație strânsă între densitatea spicelor/m^2 şi greutatea boabelor de aşa natură încât la cifre reduse ale spicelor/m^2 (250-375), calculat pentru Bangladesh avem un raport de corelație (determinație) = 0,93 şi r = - 0,96 la fiecare scădere a spicelor cu 50 bucăți/m^2 creşterea bobului în spic este de 0,06 g (vezi şi figura 247).

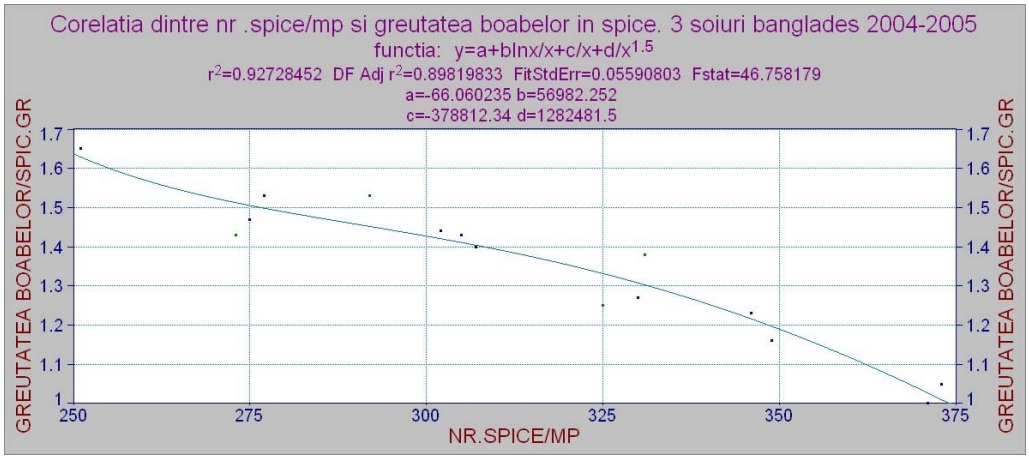


Figura 247. **Corelaţia dintre numărul de spice şi greutatea boabelor în spice 3 soiuri Bangladesh 2004-2005** (**Sursa:** prelucrare personală după date din Bangladesh)

Această corelație există şi pentru soiurile româneşti la producții de două ori mai mari decât cele asiatice.

În acest sens, pentru Secuieni, la producții între 6000 şi 8000 Silvia Negru găseşte un coeficient de corelație de r = – 0,9064. Corelația negativă mare există între densitatea spicelor şi masa a 1000 boabe (mmb) r = – 0,9989 pentru Secuieni şi r = – 0,9735 pe date calculate de noi la Modelu şi Alexandria.

Aceste date ne duc la concluzia că producția de boabe la grâu este o funcție de numărul de spice, greutatea boabelor în spic şi mmb, adică:

P = f (Dspice, mmb, gr. boabe în spic)

Neexistând nicio corelație semnificativă între densitatea răsăririi şi componentele de producție enunțate mai sus, este inutil şi stupid să încercăm evaluări ale producțiilor de cereale de toamnă, imediat după răsărirea lor.

Autoreglarea producțiilor pe spic, ca bază a producțiilor/ha poate fi îmbunătățită prin utilizarea unor inputuri care să crească îndeosebi mmb şi numărul boabelor în spic. Aici managementul azotului şi a unor forme de nutriție foliară joacă un rol foarte important.

9.6.2. Despre culturile de primăvară – vară

Fiecare cultură se comportă după regulile stabilite deja. Modelul prezentat la managementul culturii grâului este valabil şi pentru celelalte culturi cu precizarea că fenomenul de înfrățire productivă lipseşte. În aceste condiții, densitatea şi cantitatea de sămânță este stabilită pentru fiecare cultură luând în calcul şi alți parametrii.

9.6.2.1 Modelul mazăre furajeră pentru proteină

La nivelul Europei, poate mai puțin în România, există două categorii de soiuri de mazăre:

	1. Mazăre de toamnă	2. Mazăre de primăvară
Distanţa dintre rânduri	12-20 cm sau 18-25 cm dacă este prevăzut şi un prăşit	12-20 cm sau 18-25 cm dacă este prevăzut şi un prăşit
Adâncimea de semănat	4-5 cm	3-4 cm plantele sunt mai rezistente la trecerea cu grapa cu colţi dacă semănatul este mai profund.
Perioada de semănat	Jumătatea lui octombrie ± 5 zile pe soluri bine zvântate. Obiectiv: obţinea unor plante crescute la nivel de 1-2 etaje foliare, înainte de apariţia gerurilor, fără a semăna prea devreme pentru a limita bolile.	Începând cu mijlocul lui februarie, pe soluri bine zvântate. Semănatul timpuriu evită seceta şi perioadele de temperaturi ridicate. Data exactă a semănatului este dictată de starea terenului, de permisivitatea lui.

	1. Mazăre de toamnă	2. Mazăre de primăvară
Densitate	90-100 semințe/m^2. Densitatea crește dacă condițiile de sol sunt mai puțin favorabile, sau se seamănă mult întârziat.	80-90 boabe/m^2. Densitatea crește la un semănat foarte timpuriu.
Obiectivul populației, al plantelor răsărite	70-80 plante/m^2. Un număr mai mare de plante favorizează prin lipsa aerisirii bolile foliare.	75-80 plante/m^2.

Cantitatea de sămânță/ha se calculează cu ajutorul unei formule, asemănătoare cu cea de la cereale:

$$\mathbf{Q} = \frac{Dpxmmb}{100 - Pe}$$

în care:

Q = cantitatea de semințe în kg/ha
Dp = numărul de plante dorite a le avea în cultură (plante/m^2)
mmb = masa a o mie boabe
Pe = pierderi estimate %
D = densitatea de boabe/m^2 ce se introduc în sol.

În tabelul 42 punem la dispoziția cultivatorilor de mazăre date calculate după Agridea (www.agridea.de) în februarie 2007.

Tabelul 42

Cantitatea de sămânță/ha la mazăre în funcție de mmb şi pierderile estimate
(**Sursa:** Agridea)

Dp	Pe%	D	mmb																
			150	*160*	*170*	*180*	*190*	*200*	*210*	*220*	*230*	*240*	*250*	*260*	*270*	*280*	*290*	*300*	*310*
75	10 ❶	83	139	148	157	167	176	185	194	204	213	222	231	241	250	259	269	278	287
	20 ❷	94	156	167	177	188	198	208	219	229	240	250	260	271	281	292	302	313	323
	30 ❸	107	179	190	202	214	226	238	250	262	274	286	298	310	321	333	345	357	369
80	10 ❶	89	148	158	168	178	188	198	207	217	227	237	247	257	267	277	286	296	306
	20 ❷	100	167	178	189	200	211	222	233	244	256	267	278	289	300	311	322	333	344
	30 ❸	114	190	203	216	229	241	254	267	279	292	305	317	330	343	356	368	381	394
85	10 ❶	94	157	168	178	189	199	210	220	231	241	252	262	273	283	294	304	315	325
	20 ❷	106	177	189	201	213	224	236	248	260	272	283	295	307	319	331	342	354	366
	30 ❸	121	202	216	229	243	256	270	283	297	310	324	337	351	364	378	391	405	418
90	10 ❶	100	167	178	189	200	211	222	233	244	256	267	278	289	300	311	322	333	344
	20 ❷	113	188	200	213	225	238	250	263	275	288	300	313	325	338	350	363	375	388
	30 ❸	129	214	229	243	257	271	286	300	314	329	343	357	371	386	400	414	429	443

❶ Pierderile corelate în principal cu facultatea germinativă, cu patul germinativ, condițiile bune de sol şi clima favorabilă.
❷ Pierderile corelate în principal cu facultatea germinativă, cu patul germinativ, în condiții de sol mai puțin favorabile.
❸ Pierderile corelate în principal cu facultatea germinativă, cu patul germinativ, în condiții de sol şi climatice defavorabile.

9.6.2.2. Semănatul la soia

Obiectivul populației culturii: 40-60 plante/m^2.

Densitatea de semănat – conform tabelului 43.

Inoculare: necesară cu preparate specifice de *Bradihizobium*, conform datelor înscrise în prospecte.

Adâncimea de semănat: 2-4 cm (de preferat semănători pneumatice).

Epoca de semănat: sfârşit de aprilie - început de mai.

În România se cultivă următoarele soiuri după lungimea perioadei de vegetație (vezi tabelul 43):

Tabelul 43

Densitatea de semănat în funcție de grupele de precocitate

(Roman, 2006)

Grupa de precocitate	Zona în care se cultivă	Populaţia aşteptată pl/m^2	Nr. de boabe ce se seamănă pe an		Comentarii
			pierderi de 10%	pierderi de 20%	
000 soiuri foarte timpurii perioada de vegetaţie 110-120 zile (1000-1150°C)	Zone din nord şi altitudini de până la 800 m pe luncile râurilor (zone favorabile)	50-55 pl/m^2	550.000 - 600.000 3,7 - 4	625.000-685.000 4,2 la 4,6	Soia reacţionează foarte bine la condiţii diferit favorabile şi umiditate suficientă. Nu trebuie forţată densitatea plantelor
	Zone mai în sud, foarte favorabile la irigat pentru o bună plantă premergătoare	60-70 pl/m^2	670.000 - 780.000 4,5 -5,2	750.000-875.000 5,0-5,8	Nu suportă seceta şi temperaturi foarte ridicate. Poate uşor avorta. Densitatea plantelor poate fi mai mare.
00 soiuri timpurii perioada de vegetaţie 100-105 zile în sud şi 115-130 zile în nord Σ°C = 1150-1250 °C	Se poate cultiva în zone din nord şi sud. În al doilea caz este o excelentă premergătoate pentru cereale de toamnă.	50-55 pl/m^2	550.000 - 600.000 3,7 - 4	625.000-685.000 4,2-4,6	Sunt necesare zone umede, fără temperaturi excesive în timpul înfloritului. Irigatul foarte necesar - dezvoltarea vegetaţiei este mai luxuriantă. Nu se forţează densitatea.
0 soiuri semitimpurii	Se cultivă preponderent în	50-55 pl/m^2	550.000 -	625.000-685.000	Pericolul lipsei de apă este mai mare,

Grupa de precocitate	Zona în care se cultivă	Populaţia aşteptată pl/m^2	Nr. de boabe ce se seamănă pe an		Comentarii
			pierderi de 10%	pierderi de 20%	
perioada de vegetaţie 110-120 zile în sud şi 120-140 zile în nord Σ^oC =1250-1350 ^oC	Cîmpia Banatului şi în sud, sud-vest şi Moldova		600.000 3,7 - 4	4,2-4,6	irigaţia este obligatorie.
X (I) soiuri târzii perioada de vegetaţie 118-128 zile în sud şi 130-150 zile în nord Σ^oC =1350-1400 ^oC	Se cultivă în sud, sud-est şi sud-vest, inclusiv în Dobrogea.	45-50 pl/m^2	500.000 - 550.000 3,2-3,7	550.000-625.000 3,8-4,2	Populaţia se reduce pentru că este extrem de luxuriantă, nu dă rezultate fără irigaţie. Devine o slabă premergătoare pentru culturile de toamnă.
XX (II) soiuri târzii perioada de vegetaţie 130-145 zile în sud. Nu se recomandă în nord.		40-45 pl/m^2	450.000 - 500.000 2,9 - 3,2	500.000-560.000 3,6 - 4,0	Creşte foarte luxuriant şi neceistă multă apă. De aceea, se preferă luncile care aduc şi un anumit aport freatic. Recomandările cultivării lor sunt rezervate.

Cantitatea de sămânță:

1. Numărul de plante necesare şi deci dorite de noi variază în funcție de soi de la 40-70 plante/m^2.

2. Cantitatea de sămânță Q în kg depinde deci de numărul de plante răsărite, de mmb şi de pierderile acceptate sua impuse.

- Pierderi de până la 10% sunt legate în general de germinație (facultatea germinativă).

- Pierderi de 20% sunt legate, pe deoparte de facultatea germinativă, iar pe de altă parte datorită unei slabe pregătiri a patului germinativ.

Formula de calcul este asemănătoarea cu cea a mazărei, şi anume:

$$\mathbf{Q} = \frac{Dpxmmg}{100 - Pe}$$

în care:

Q = cantitatea de sămânță kg/ha
Dp = densitate plante dorită
Pe = pierderi în %

Exemplu:

Dp = 50 plante/m^2
mmb = 190 gr
Pe = 20%
În acest caz **Q =** $\frac{50x180}{100-20}$ **= 112,5 kg**

Inocularea cu *Bradyrhizobium japonicum* este obligatorie. Există două metode de inoculare:

a) Inocularea semințelor

- Se caută un loc umbros pentru că bacteriile sunt distruse la lumină.
- Conținutul ambalajului se varsă într-un recipient curat.
- Se adaugă cantitatea de apă până la nivelul necesar (nu se folosește decât apa curată, necolorurată). Se agită energic pentru a obține o suspensie clară, uniformă.
- Suspensia se toarnă peste masa de semințe, până la o umiditate uniformă pe semințe. Se poate folosi aici o minibetonieră curată.
- Se seamănă cât mai rapid posibil. Sămânța tratată se poate păstra maximum 1-2 zile ferite de lumină şi la răcoare, 8 - 10^oC max.

b) Inocularea solului prin microgranule

În momentul semănatului se amestecă preparatul bacterian cu microgranule (material special) care se toarnă apoi în microgranulatorul semănătorii. Atenție, acesta trebuie să fie bine curățit şi corect utilizat.

9.6.2.3. Despre managementul semănatului la porumb

Porumbul este probabil cultura asupra căreia s-a lucrat poate cel mai mult în domeniul ameliorării şi formării de soiuri şi hibrizi. Porumbul şi soia reprezintă resursele de bază ale hrănirii animalelor şi a omului.

Managementul seminței de porumb cuprinde trei componente principale:

1. Zonarea hibrizilor care în România, după G.V. Roman (2006) şi colab. ocupă o repartiție de 5 zone sau regiuni importante.
2. Stabilirea densității culturii.

3. Stabilirea dozei de semănat şi a pierderilor la semănat, după modelul de la soia şi mazăre.

1. Zonarea hibrizilor în România are loc şi s-a efectuat în funcţie de Constanta Termică (CT): CT: Σ UTU > 10^o adică suma gradelor mai mari de 10^oC necesare unui hibrid pentru a ajunge la maturitate (Unităţi Termice Utile). Clasificarea pe care o prezentăm mai jos are la bază sistemul FAO de evaluare a hibrizilor în funcţie de necesarul de căldură.

Tabelul 44

Densitatea la semănat a diferiţilor hibrizi de porumb conform cercetărilor din România

(Sursa: G.V. Roman şi colab., 2006)

Hibrid grupa FAO	Zonarea	Densitatea minimă	Corecţii în funcţie de factorii de vegetaţie			Variaţii densitate la 99% puritate şi 94% germinaţie 93% valoare culturală
			+ 10%	+ 20%	+ 30%	
Hibrid grupa FAO	*Zona VI* cu potenţial termic - 800-100 UTU N-V Moldova.	45.000	50.000	54.000	58.000	48.400 - 62.365
Hibrid grupa 100 - 200	*Zona V* potenţial termic 1001 - 1200 UTU Colinele Moldovei, Câmpia şi podişul Transilvaniei	45.000	50.000	54.000	56.000	48.400 - 62.365
Hibrid grupa 300 - 400	*Zona IV* potenţial termic 1201-1400 UTU. Moldova, est - Crişana, Câmpia Burnasului, Nord Oltenia, Muntenia. Terasele Mureşului	40.000	45.000	48.000	52.000	43.000- 55.900
Hibrid grupa 400 - 500	*Zona III* Potenţial termic: 1401-1500 UTU Cîmpia Banatului Cîmpia Olteniei, Câmpia Munteniei - partea de nord.	40.000	45.000	58.000	52.000	43.000- 55.900
Hibrid	*Zona II*	35.000	40.000	45.000	50.000	38.00-53.800

Hibrid grupa FAO	Zonarea	Densitatea minimă	Corecţii în funcţie de factorii de vegetaţie			Variaţii densitate la 99% puritate şi 94% germinaţie 93% valoare culturală
			+ 10%	+ 20%	+ 30%	
grupa 500 - 600	Potenţial termic: 1501-1600 UTU Câmpia Olteniei, sudul Moldovei, Câmpia Munteniei, estul Dobrogei, vestul Banatului					
Hibrid grupa > 600	*Zona I* Potenţial termic>1600 UTU Sud Oltenia, Muntenia, Dobrogea, Lunca Dunării + Tulcea.	35.000	40.000	45.000	50.000	38.000-53.800

Corecţiile de doze prezentate în tabelul 44 au în vedere pe lângă precocitatea hibrizilor o serie întreagă de însuşiri pedoclimatice şi de conjunctură biostresantă, cum ar fi:

– Aprovizionarea cu apă a solului şi eventual posibilitatea de irigare. Subliniem că în condiţii de irigaţie densităţile pot fi crescute cu 10-15%.

– Starea fertilităţii solului şi gradul de aprovizionare cu elemente bioconstructive (composturi, resturi organice de la industria alimentară etc.).

– Starea îmburuienării şi mai ales îmburuienarea cu perene, costrei sau pălămidă ne obligă la reducerea densităţii.

– Pe de altă parte, pot exista o serie de pierderi în cultură după răsărirea plantelor şi până la recoltare, pierderi estimate de Roman G.V. şi colab la 10%.

Pornind de la valoarea culturală a seminţelor care se calculează cu formula:

$$Vc\% = \frac{P \times G}{100}$$ luând în considerație şi pierderile vegetative de 10% atunci densitatea de semănat se calculează cu ajutorul formulei:

DSR (pentru plante dorite la recoltat) = DSF = Ds x 0,1 sau DS x 1,1

iar cantitatea de sămânță necesară va oscila foarte mult cu mmb, deci:

$$Q \text{ kg/ha} = \frac{DSRxmmb}{Vcx100}$$

DSR = mii boabe/ha

Exemplu:

DSR = 53.000 x 1,1 = 59.180
P = 99%
G = 95%
mmb = 300

în acest caz

$$Q = \frac{59.180x300}{[99x95]x100} = \frac{17x754.000}{0,4x100} = \frac{17.754.000}{940.500} = 18,87kg / ha$$

Adâncimea de semănat poate varia în funcție de umiditatea, dar mai ales de starea ecologică şi fizică a solului. Pe solurile mai umede şi mai grele se seamănă la 4-6 cm. Pe solurile normale ecologic, textural şi cu suficientă umiditate se seamănă la 5 - 7 cm.

Epoca de semănat. Primăvara, atunci când în sol s-au realizat constant 7 - 8^{o}C. Dacă vremea nu este prielnică semănatul poate fi întârziat, cu condiția realizării celor mai potrivite condiții de aşezare a seminței în sol şi de răsărire foarte bună. Distanțele dintre rânduri de regulă 0,70 m pentru a se putea interveni cu uşurință cu cultivatorul pentru combaterea buruienilor.

9.6.2.4. Pe scurt despre semănatul la floarea-soarelui

Sămânță calitate:
– neapărat certificată
–- neapărat tratată cu fungicidele omologate
Epoca de semănat: - la 3 - 6^{o}C pentru soiurile vechi, sărace în ulei
- la 6 - 7^{o}C pentru hibrizi bogați în ulei

➢ Ultimele zile ale lui martie, dar mai exact şi practic prima decadă a lui aprilie.

➢ În condiții de aprovizionare bună cu apă se poate semăna până la 15 aprilie.

➢ Este preferabil a se miza pe o răsărire rapidă, către sfârşitul epocii optime.

➢ Însămânțatul prea timpuriu a condus la pierderi de producţie de 1,58 - 3,80 q/ha în diferite zone ale țării (Sin Gh., 1989) – motiv: răsărire dificilă.

➢ Însămânțatul prea târziu a condus la pierderi de 1,65-3,65 q/ha; motivul: instalarea secetei.

Densitatea de semănat:

Atât în Italia (Benvenuti, 1981, citat de Bîlteanu, 2001), cât şi în România densitatea optimă a culturii pentru majoritatea hibrizilor este de maximum 50.000 plante/ha. La densități mai mari:

– creşte procentul de coji, în defavoarea uleiului;

– creşte atacul de sclerotinia şi alte boli, mai ales în condiții de umiditate excesivă;

– datorită unui potențial ridicat de autoreglare per individ plantă, densitatea optimă în condiții de neirigat este de 40.000 50.000 plante/ha.

În condiții de irigare limitele densității sunt de 45.000-55000 plante/ha

În Franța, Italia, Elveția, limitele densității de semănat sunt de 60.000-70.000 plante/m^2.

Cantitatea de sămânță/ha Q = se calculează cu aceeaşi formulă, de-acum cunoscută:

$$Q = \frac{DSR \times mmb}{Vc \times 1000} \ kg \ pentru \ valori \ minime$$

iar DSR = Ds × Ds × 1,1 ; 10% = pierderile de plante de la răsărit la recoltare, stabilite prin cercetări efectuate în rețeaua de cercetare a institutului de la Fundulea (Bâlteanu, 2001).

În asemenea condiții, densitatea de semănat pentru o valoare culturală bună a seminței (Vc = P × G = $\frac{98 \times 90}{100} = 88,2$)

este de Q = $\frac{40.000 \times 65}{88,2 \times 10.000} = 2,95 \ kg \ pentru \ valori \ minime$

şi

$$\mathbf{Q} = \frac{60.000x65}{88,2x10.000} = 4,42kg / ha$$

pentru valori mari ale densității plantelor.

Masa a o mie boabe şi valoarea lor culturală, ca şi pierderile din perioada de vegetație pot mări cantitatea de semințe Q → 5-5,5 kg/ha.

Distanța între rânduri este de 70 cm, arareori 80 cm, şi niciodată mai mică în condițiile din România.

Adâncimea de semănat. În zonele umede cu soluri uşoare din Franța, adâncimea de semănat este de 2 - 4 cm.

Cercetările din România indică adâncimi care în funcție de textura solului şi umiditatea lui pot paria între 5 şi 8 cm (Bâlteanu, 2001).

Studiile noastre, efectuate pe soluri ecologizate cu un conținut bun în apă şi aer şi într-un raport optim permit reducerea adâncimii la 4-5 cm. Acelaşi lucru este valabil şi pe solurile nisipoase. Pe aceste soluri semănatul la 7 cm reduce răsărirea plantelor la 14%. Aici semănatul se face numai până la 5 cm (Bâlteanu, 2001).

* *
 *
* *
 *

Managementul seminței şi al semănatului joacă un rol din ce în ce mai mare în creşterea şi stabilizarea producției, mai ales în condiții în care asperitățile vremii, generate de modificările climatice impun în permanență analiza genetică a variațiilor genetice (QTL) pentru o permanentă corectare a calității acestora. Corectarea nu se poate face întotdeauna numai prin genetica clasică. A venit vremea să credem că în condiții în care biologia moleculară a făcut progrese atât de mari, folosirea acesteia pentru stabilizarea genetică a soiurilor şi hibrizilor nu mai trebuie evitată.

Dezvoltarea cercetării este cheia succesului combaterii crizei alimentare şi a foamei care se instalează în mari comunități umane de pe suprafața Terrei.

Calitatea seminței şi calitatea managerială a semănatului vor conduce în procent de peste 30% la combaterea lipsei de alimente.

Sămânța constituie baza de la care pleacă instaurarea noilor tehnologii destinate reintensificării agriculturii pe baza modelelor naturale, ca şi a menținerii unei ştachete ridicate a nivelului recoltelor şi calității lor.

În România cantitatea de sămânță de calitate, certificată este extrem de redusă, mai ales la cereale şi rapiță, cartof, sfeclă şi soia. Şi acesta este principalul motiv al lipsei performanței în competiția europeană şi internațională, a producției de alimente în care se chinuie şi se zbate această țară.

Capitolul 10
NUTRIŢIA PLANTELOR ÎN AGRICULTURA NOUĂ, TRANSFORMATĂ

10.1. INTRODUCERE

Din punct de vedere al ştiinţelor agricole, nutriţia plantelor a fost încadrată în domeniul mai larg cunoscut sub denumirea de agrochimie (chimie agricolă). Multă vreme această ştiinţă multidisciplinară sau interdisciplinară a apărut la interfaţa relaţiilor dintre plante şi sol, acolo unde se manifestă numeroase alte discipline, precum: pedologia, chimia solului, biologia solului, fiziologia şi nutriţia plantelor, protecţia plantelor, agrotehnica, fitotehnia etc.

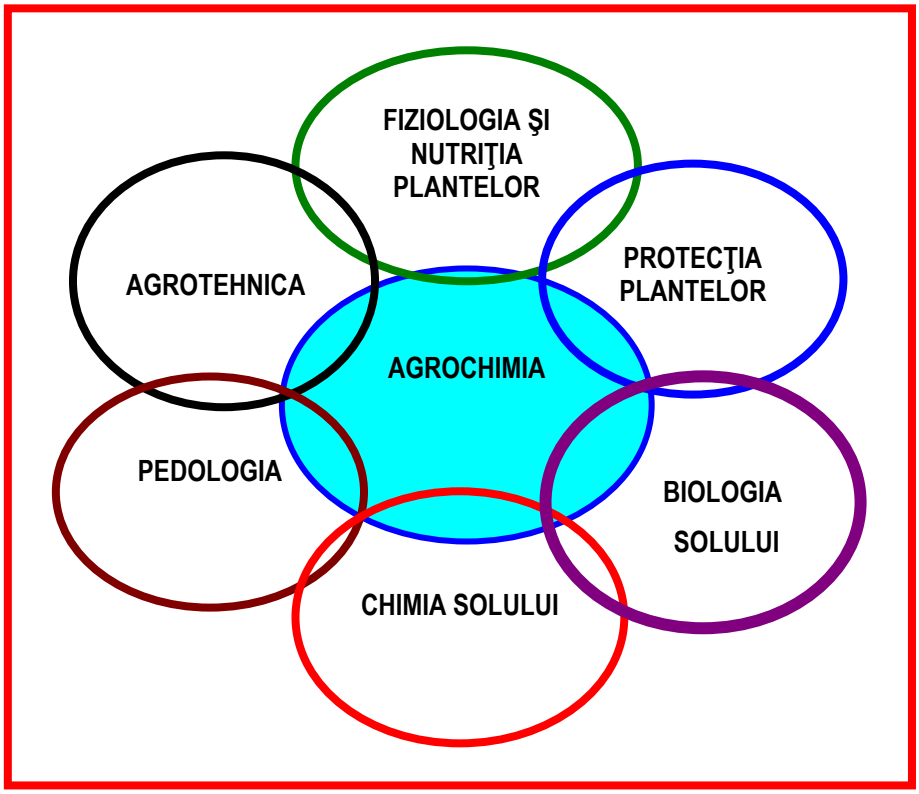


Figura 248. **Agrochimia în conexiunea ştiinţelor legate de sol şi plantă** (Berca M., 2008)

Rog cititorul să observe că în perioada de dezvoltare maximă a nutriției minerale a plantelor, generată de așa-numita revoluție verde, despre termenul de utilizare ecologică, în care mediul să-şi găsească susținerea sa, nu se vorbeşte nimic. O asemenea schemă a fost valabilă peste 40 de ani, timp în care dezvoltarea îngrăşămintelor de sinteză a luat o amploare fără precedent. În ultimele trei decenii ale secolului trecut, aplicarea îngrăşămintelor de sinteză chimică, şi în special a azotului (procedeu pus la punct de Haber şi cunoscut azi ca procedeul Haber-Bosch) a luat un avânt de neimaginat. Aplicațiile acestor îngrăşăminte, mai ales în unele țări din Vest precum Olanda, Belgia, Anglia şi chiar şi Germania, ajunseseră izolat până la 800 kg s.a./ha, adică cu mult mai mult decât necesarul de consum al plantelor. Nu este nici azi cunoscută îndeajuns de bine cauza pentru care au fost aplicate doze aşa de mari. Se ştie însă acum că peste 50% din doze au ajuns în apele freatice şi de suprafață provocând imense fenomene de poluare.

Figura 249. **Răspunsul plantelor de mazăre la tratamentul cu azot** (stânga) **şi la cel cu acizi huminici şi microorganisme** (dreapta) **în lipsa unui tratament cu Rhizobium** (foto autor 22.05.2010 sol branciog Brebu, Prahova). Se constată că azotul în doză de 100 kg/ha, aplicat înainte de semănat, a blocat formarea nodozităţilor pe rădăcini şi în consecinţă fixarea simbiotică a azotului atmosferic (stânga). Plantele din dreapta au primit un compost conţinând acizi huminici şi o colecţie de microorganisme dominante din genul Streptomyces. Dezvoltarea rădăcinilor şi a plantelor a fost mult mai energică decât în cazul tratamentului cu azot.

După teoria nutriției cu humus a lui Aristotel, excelentă prin simplismul ei, dar complet neadevărată, a venit rândul lui Boussingualt şi Liebig să formuleze şi să detalieze „Legea nutriției minerale a plantelor", cunoscută şi ea ca **„Legea completării (restituirii) elementelor nutritive luate cu recolta".** Se întâmpla acest lucru după 1880, iar formularea mai sus subliniată nu aparține marilor cercetători, ci mai degrabă fondatorilor industriei de fixare chimică, pentru justificarea investițiilor.

Căci fondatorul agriculturii chimice n-a susținut deloc ideea dopării plantelor şi a solurilor cu azot. Scrierile lui Liebig au fost complet deformate, iar vorbele sale greşit înțelese sau diferit interpretate de marea industrie chimică care s-a născut după aceea. Liebig a demonstrat că plantele nu pot utiliza azotul decât sub formă de nitrați, forma fabricată de bacterii (figura 249). El nu a susținut niciodată că azotul trebuie adus de undeva, de către cineva, în cantități nemăsurate în sol. El a demonstrat că plantele aşteaptă ca bacteriile să fabrice prin fixare biologică acest azot, pentru a-l prelua. Lucrurile s-au întâmplat astfel încât înseşi legile ecologice le-au stabilit, iar cercetătorii le-au demonstrat (Berca M., 2008).

Prin folosirea îndeosebi a azotului de sinteză chimică au fost profund dereglate ciclurile naturale ale azotului. O dată aflat în cantități mari în sol, prin administrări în doze mari şi la momente nepotrivite, azotul de sinteză a blocat fixarea biologică (vezi şi figura 249) şi a declanşat imense fenomene de respingere a activității biologice, provocând serioase degradări ale humusului policondensat, oxidarea lui şi pierderea sub formă de CO_2 în atmosferă. Sistemul actual de agricultură este astfel creat încât să nu se mai poată renunța la azotul de sinteză industrială. Cu toate acestea, s-a putut demonstra că există posibilitatea utilizării acestuia, dar şi în alte condiții, în alte doze şi numai atunci când plantele au nevoie de el (Bartner, 2009).

Revizuirea atitudinii față de utilizarea azotului nu înseamnă deloc reducerea producțiilor într-o lume care are din ce în ce mai mare nevoie de alimente, ci regândirea utilizării lui în noua agricultură printr-un sistem de intervenție pe „ciclul natural", atunci când dorim să obținem efectul cantitativ şi calitativ dorit, şi cu eliminarea oricăror forme de poluare, sau pericole de degradare a solului. În aceste condiții „nutriția plantelor" este regândită ținând cont de respectul față de mediu conform noului principiu al „reînverzirii revoluției verzi" pe fondul respectării şi utilizării ciclurilor naturale (figura 250).

Noua gândire consideră util atât tehnologic, cât şi ecologic şi economic ca plantele de cultură să rămână ancorate în modelul lor natural de creştere, iar intervențiile antropice să fie unele „de corecție", care să influențeze cât mai

puțin fenomenele naturale. Şi ca să vă convingem de acest lucru, vă rugăm să răspundeți la întrebarea: *„Cine hrăneşte o pădure virgină?”* Şi dacă nu veți găsi operatorul şi mijloacele pe care le foloseşte, gândiți-vă că cele circa 25 t biomasă, utilizabile/ha/an, se obțin tot cu ajutorul unor elemente de nutriție.

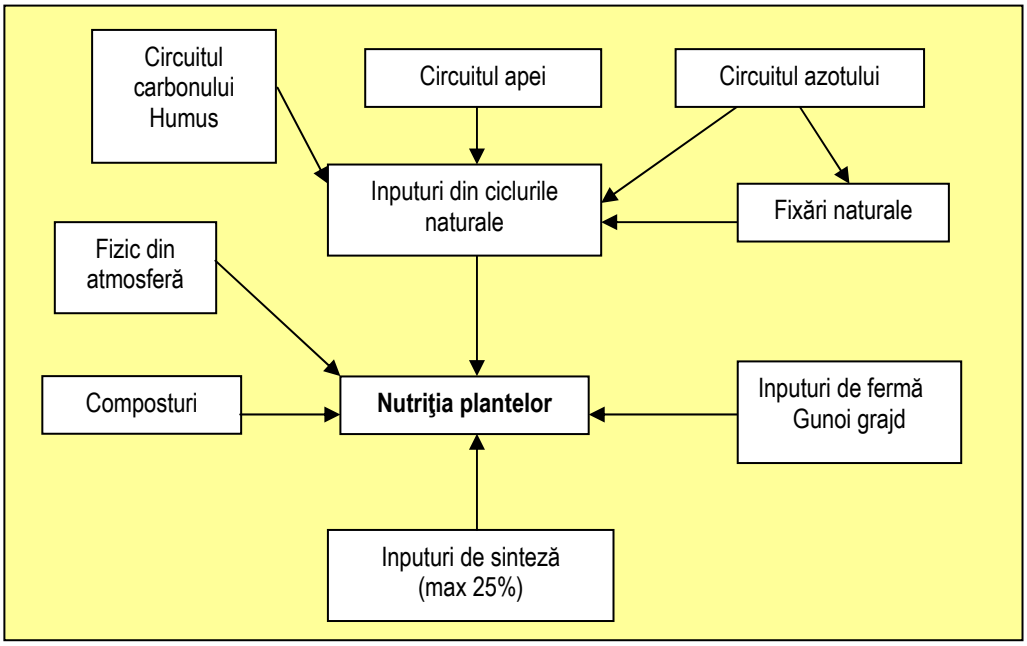


Figura 250. **Noua regândire a nutriţiei plantelor pentru o agricultură transformată spre modelele naturale** (viziune autor)

Stabilirea modelelor naturale prin care acest excelent ecosistem îşi procură elementele de nutriție stă la baza creării noului model natural de nutriție al ecosistemelor agricole. Atât elaborarea modelelor cât mai ales implementarea lor în practică sunt însoțite de costuri mari pe care societatea umană are obligația să le suporte pentru prea multa bunăstare risipită până în prezent şi pentru salvarea viitorului planetei. De altfel, Claude Bourguignon (PMO Franța) spunea încă din 1994: „Dacă civilizația actuală nu se schimbă în atitudinea ei față de resurse, atunci se află, cu siguranță, în fața morții ei apropiate”.

Există în momentul de față deja elaborată o nouă gândire privind folosirea imputurilor în nutriția plantelor, verificabile pe fluxul tehnologic. Ele aparțin politicilor elaborate de Uniunea Europeană, dar şi unor instituții internaționale de prestigiu precum FAO (IPNS – Integrated Plant Nutrition Systems) care au dat o nouă linie în nutriția plantelor şi controlul acesteia.

Recent, un mare rol în cercetarea şi implementarea studiilor de nutriţia plantelor aparţine IPNI (International Plant Nutrition Institute). Căci marile instituţii de cercetare din străinătate, dar şi din ţară, deşi au lansat de mult acest semnal politic de abia astăzi este luat, numai parţial, în considerare.

10.2. ELEMENTELE UTILIZATE DE PLANTE ÎN NUTRIŢIE ŞI DEZVOLTARE

Ca orice organism viu, creşterea plantelor poate fi definită ca o sumă a dezvoltărilor progresive ale plantelor. Acumularea de biomasă în plante începând cu răsărirea şi sfârşind cu maturitatea, respectiv recoltarea, este expresia susţinerii ei de către diferiţi factori ai creşterii şi dezvoltării, dintre care numai un număr mic sunt cunoscuţi şi controlaţi de către om, fie el cercetător sau fermier. Acumularea de biomasă nu se face deloc la întâmplare ci după legi bine stabilite în lumea vie şi puţin cunoscute de specia umană.

Doi factori de bază susţin esenţialmente dezvoltarea biomasei (temperatură şi apă). Oricâte elemente de nutriţie ar fi în sol, biomasa fotosintetică se acumulează pe măsură ce creşte temperatura solului şi a aerului peste 4^oC şi în deplină corelaţie şi cu cantitatea de apă de care dispune planta.

Robescu O.V. (2009) ne pune la dispoziţie mai multe modele de acumulare a biomasei în sistemele agricole (figura 251). Biomasa a fost măsurată ca masă verde până la recoltare sau degradare, iar datele din figura 251 reprezintă funcţia mediilor ponderate ale întregii mase vegetative care a ocupat suprafaţa studiată în perioada de vară. În figură este dată dinamica lunară a biomasei. Cantitatea totală de biomasă/ha s-a obţinut prin calculul integralelor funcţiei, întreaga perioadă de vegetaţie în bazinul superior al Dâmboviţei fiind de 8,5 luni. În asemenea condiţii:

$$S_{01}^{8,5}(fx.dx) - polinomial3x2 = 20,8to\,.$$

Nutriţia plantelor, în viziunea nouă, actuală se referă la procesele care influenţează procurarea unui nutrient, element constituent al plantelor, sănătatea plantelor în deplin respect pentru conţinutul esenţial în elementele necesare pentru îndeplinirea funcţiilor plantei de către aceste elemente, dar în egală măsură în deplin respect şi pentru respectarea legilor ecologiei, adică ale mediului.

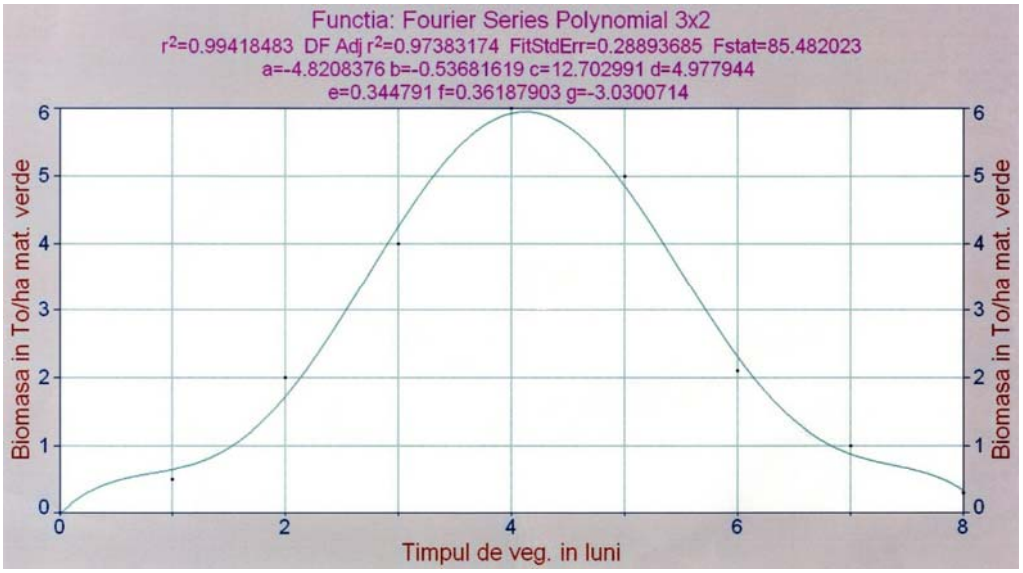


Figura 251. **Dinamica formării biomasei culturilor agricole, media ponderată 2008** (Robescu O.V., 2009)

Factorii care au contribuit la realizarea biomasei din punct de vedere al creşterii plantelor au fost cei din figura 252.

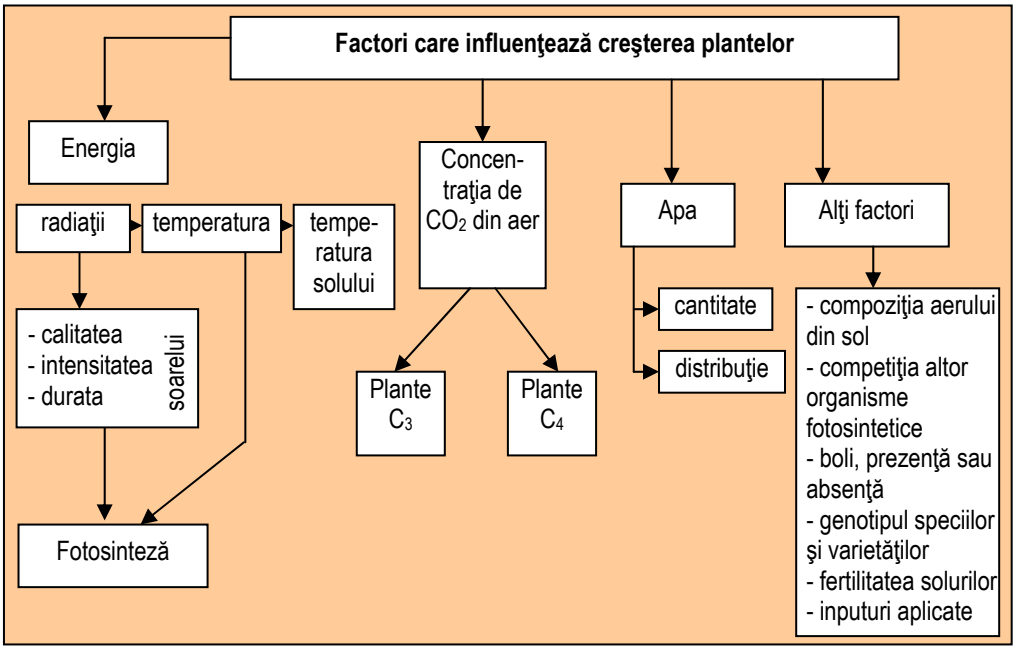


Figura 252. **Factorii care influenţează creşterea plantelor** (Berca M., 2008)

Societatea UNIFA (Franța) (2004) ne pune la dispoziție un grafic complex (figura 253) reprezentând consumul simultan al unei culturi de grâu pentru o producție de circa 10 t grâu şi 12 t paie. Ca prioritate a consumului constatăm că potasiul este consumat mai de timpuriu şi în cantitate mai mare (280 kg/ha), urmat de azot care atinge maximul consumului în timpul înfloririi maturației, şi de fosfor care urmează aceeaşi curbă cu azotul.

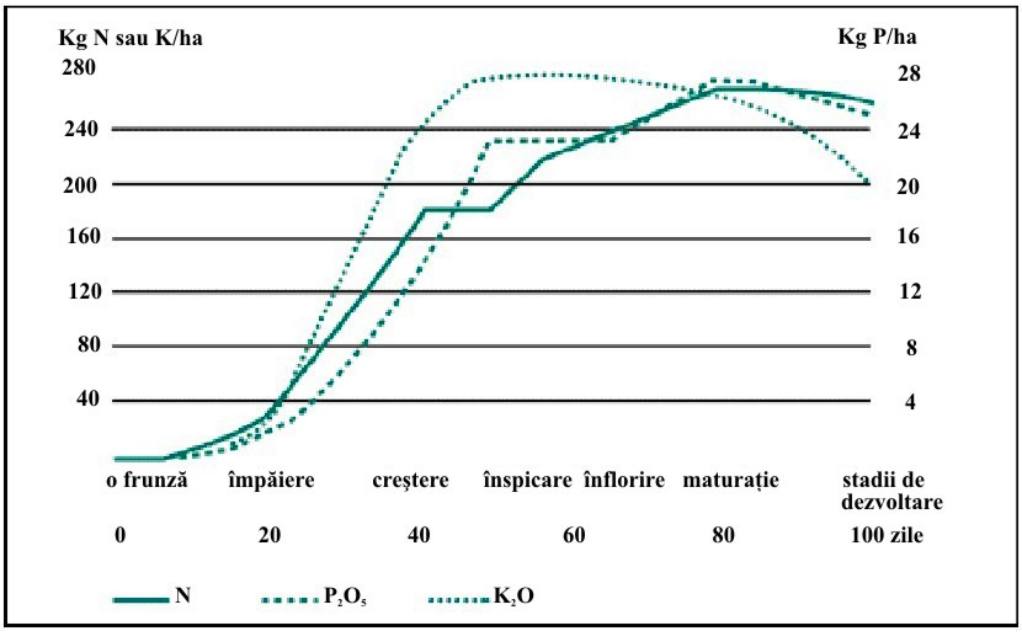


Figura 253. **Evoluţia consumului de NPK într-o cultură de grâu de circa 10 to/ha** (UNIFA 2004)

10.3. ELEMENTE ESENŢIALE ALE NUTRIŢIEI PLANTELOR

Definiția şi criteriile nominalizării elementelor principale ale creşterii plantelor au fost stabilite de Arnon şi Swot încă din 1939. Criteriile sunt în număr de trei, şi anume:

(1) Se aplică plantei numai acele elemente minerale pe care nu şi le poate procura singură, datorită absenței acelui element din sistem. Prezența elementelor de nutriție are rolul de a satisface cantitativ şi calitativ ciclul de viață al plantelor, adică:

- stare vegetativă → înflorire → producere de semințe

Nu uităm în niciun moment că „ciclul de viață" este astăzi considerat determinat genetic şi că există posibilitatea să avem soiuri şi hibrizi care pentru

realizarea obiectivului (producție + calitate) pot avea necesități mai mari în unele elemente decât specia standard.

(2) Funcția unui element de nutriție nu poate fi înlocuită de către un alt element mineral. În general acest criteriu este aplicabil lumii vii fotosintetice. Fenomene de substituire, de exemplu a cobaltului cu molibdenul sunt posibile în lumea microorganismelor solului, mai ales atunci când se formează nitrogenaza (Berca M., 2008).

(3) Elementul de nutriție este direct implicat în metabolismul plantelor, sau este un component care contribuie esențial la alcătuirea, la creşterea plantei (ex. azotul este un constituent al proteinelor şi clorofilei II).

La momentul actual putem vorbi de **17 elemente principale în nutriția plantelor**. În tabelul următor prezentăm o listă a acestora, sursa de unde pot fi luate de către plante, concentrația lor în plante, categoria din care fac parte (macronutrient sau micronutrient) şi sub ce formă pot fi ele absorbite de către plante.

În definiția nutrienților am arătat că pot fi şi elemente care nu sunt necesare satisfacerii ciclului de viață. Acestea pot aduce însă beneficii importante în zona, de exemplu, a rezistenței la boli. Aici e bine să enumerăm siliciul, cobaltul şi sodiul, dar şi a catalizării unor reacții biochimice şi a schimbului de substanțe.

Din punct de vedere al dimensiunii, importanței (pentru că toate sunt importante) nutrienții se împart în:

– **Nutrienții primari** sau importanți, precum cei care servesc ca fertilizanți de bază în agricultură - N (azotul), P (fosforul) şi K potasiul).

– **Nutrienți secundari** care apar de regulă în reglarea fertilizărilor, atunci când solul nu-i deține. Unii din ei mai sunt denumiți şi microelemente, precum sulful, calciul, magneziul şi altele (vezi tabelul 45).

Tabelul 45

Conținutul plantelor în elemente nutritive şi sursele naturale de aprovizionare

(Sursa: Alaska Agriculture, UNIFA Franța)

Sursa	Încadrarea	Elementul nutritiv	Forma în care este absorbit	Media concentraţiei lui în plante
neminerală	Nutrienţi principali sau macronutrienţi > 1000 ppm	Carbon (C)	CO_2	42,0%
		Hidrogen (H)	H_2O	6,0%
		Oxigen (O)	H_2O, CO_2, O_2	44,0%
		Azot (N)	$NO_3^-NH_4^+$	2,5%
		Potasiu (K)	K^+	25%

Sursa	Încadrarea	Elementul nutritiv	Forma în care este absorbit	Media concentraţiei lui în plante
minerală prin intermediul solului		Fosfor (P)	$H_2PO_4^{-2}$ HPO_4^{-2}	0,4%
		Sulf (S)	SO_4-2	0,1%
		Calciu (Ca)	Ca^{+2}	0,5%
		Magneziu (Mg)	Mg^{+2}	0,2%
	Nutrienţi secundari sau micronutrienţi	Fier (Fe)	Fe^{+3}, Fe^{+2}	100 ppm
		Mangan (Mn)	Mn^{+2}	50 ppm
		Bor (B)	H_3BO_3	20 ppm
		Zinc (Zn)	Zn^{+2}	20 ppm
		Cupru (Cu)	Cu^{+2}	6 ppm
		Molibden (Mo)	MoO_4^{-2}	0,1 ppm
		Clor (Cl)	Cl^-	0,2%
		Nikel (Ni)	Ni^+	0,5 ppm

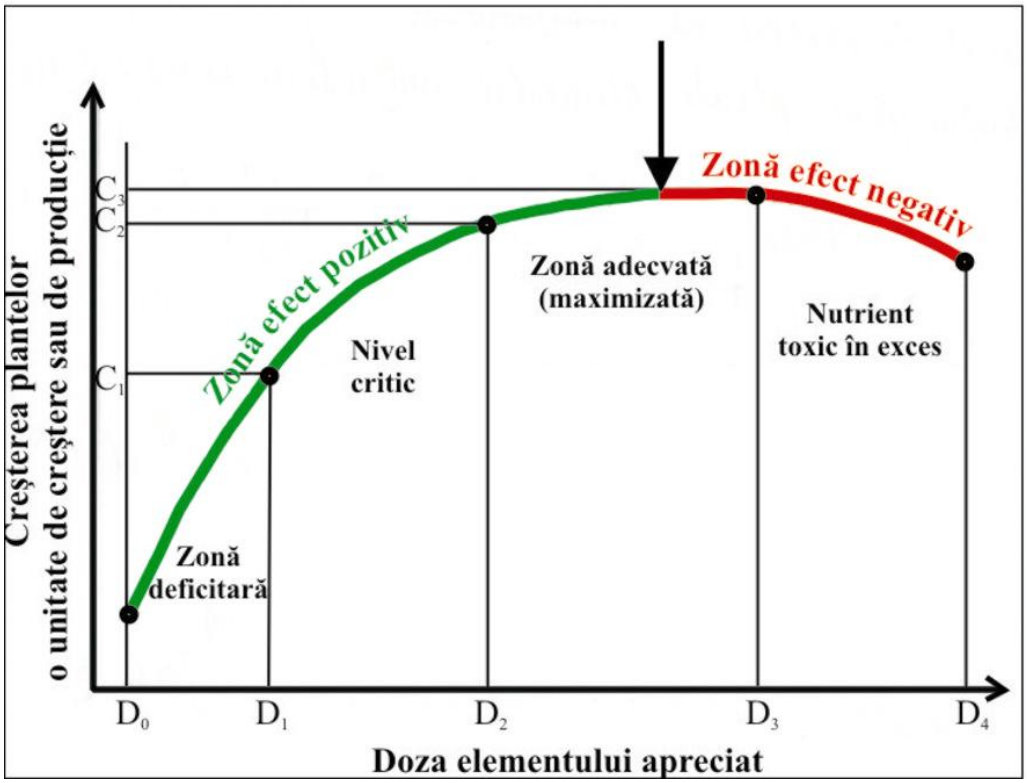


Figura 254. **Aplicarea legii diminuării returului în nutriția plantelor**
(viziune personală preluată din economie)

Comportamentul nutriţional al fiecărui element de nutriţie este unul tipic, curba fiind însă încadrată în patru zone, şi anume:

– O zonă în care elementul este deficitar, iar creşterea este foarte mare pentru fiecare unitate de nutriţie.

– O zonă, un nivel de nutriţie la care creşterea încetineşte la un nivel critic (intervalul [C1 - C2] din figura 254).

– O zonă în care, indiferent de nivelul dozei, creşterea rămâne relativ constantă (D2 - D3).

– O zonă (D3 - D4) în care elementul de nutriţie în exces devine toxic.

Această curbă rămâne valabilă atâta vreme cât ceilalţi factori de nutriţie, ca şi ceilalţi factori de creştere se manifestă în optim, neinfluenţând negativ nici creşterea (biomasa) şi nici recolta (biomasa principală).

Pe fond această lege seamănă şi cu legea completării (restituirii) elementelor nutritive luate cu recolta, numai dacă ea este citită invers.

Aceasta înseamnă că biomasa, recolta vor creşte cu ritm înalt în intervalul (D0-D1), acestea fiind dozele cele mai eficiente din punct de vedere economic. În continuare creşterea devine din ce în ce mai mică până atinge maximul tehnic (vezi săgeata), pentru ca apoi prin aplicarea lui în continuare să înregistrăm efectul negativ generat de toxicitate.

Atenţie! În această fază a descrierii fenomenului nu punem problema de unde vine în sistem elementul nutritiv, ci numai cum acţionează el la nivelul plantei şi în relaţie cu aceasta.

Pentru ca un element nutritiv să fie disponibil plantei trebuie să îndeplinească următoarele condiţii (figura 255):

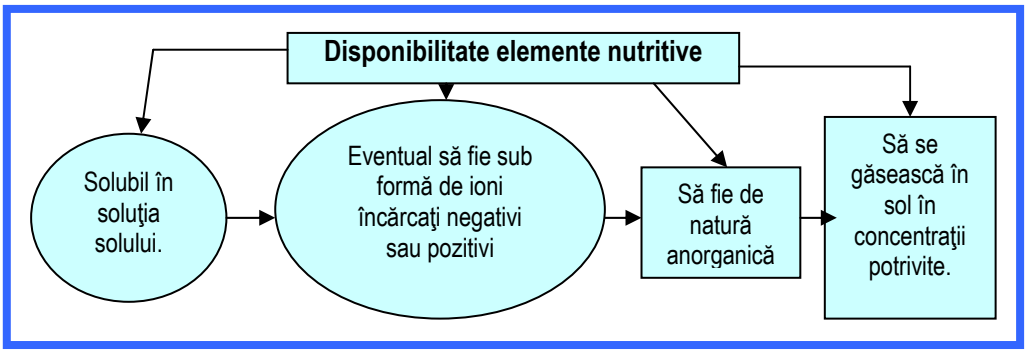


Figura 255. **Factori esenţiali ai disponibilităţii elementelor nutritive** (viziune autor)

Atenţie! Toate acele elemente sau substanţe chimice care creează organismelor vii efectul Hormesis* nu intră în categoria elementelor nutritive.

* Efectul Hormes este dat de fenomenul de stimulare a creşterii organismelor vii atunci când sunt supuse, pe durată scurtă sau la doze reduse, efectului unor substanţe chimice sau stresante (efectul stimulator al sării D.M.A.) sau al iradiaţiilor.

Atenţie! Din punct de vedere al formei prin care pătrund în plante, elementele nutritive se împart în:

Cationi: Cu^{+2}, NH_4^+, Mn^{+2}, $Ca^{+2,}$ K^+, Mg^+, Fe^{+3}, Fe^{+2}, Zn^{+2}, Ni^+

Anioni: NO_3^-, $H_2PO_4^-$, SO_4^{-2}, Cl^-, HPO_4^{-2}, MoO_4^{-2}

Molecule fără sarcină electrică: H_3BO_3 - bor.

10.4. MODELE DE NUTRIŢIE A PLANTELOR

Nutriția, în general, poate fi definită şi ca acel proces prin care organismul obține „hrana", prin care acelaşi organism îşi obține energia şi materialele metabolice care îi susțin viața şi o anume activitate (figura 256). În cazul plantelor agricole o anumită „programare genetică" a valorificării superioare a nutriției a fost posibilă, soiurile şi hibrizii obținuți necesitând mult mai multă hrană pentru a obține performanțele agricole necesare agriculturii de azi (prin comparație cu solicitările de nutriție ale speciei originare din care provin acestea).

În momentul în care soiurile performante nu dispun de elementele respective, programarea genetică revine la nivelul speciei. Exemplu: producția naturală a speciei *Triticum aestivum*:

– În condiții pedoclimatice optime: ≈ 3800 kg/ha = 114 kg N total utilizat = 30 kg N/t

– Soiul CAPO (austriac) în condiții pedoclimatice optime: 8200 kg = 196 kg N = 24 kg/t

– Conținut proteină 9,4% = pentru specia naturală de grâu şi 17% pentru CAPO.

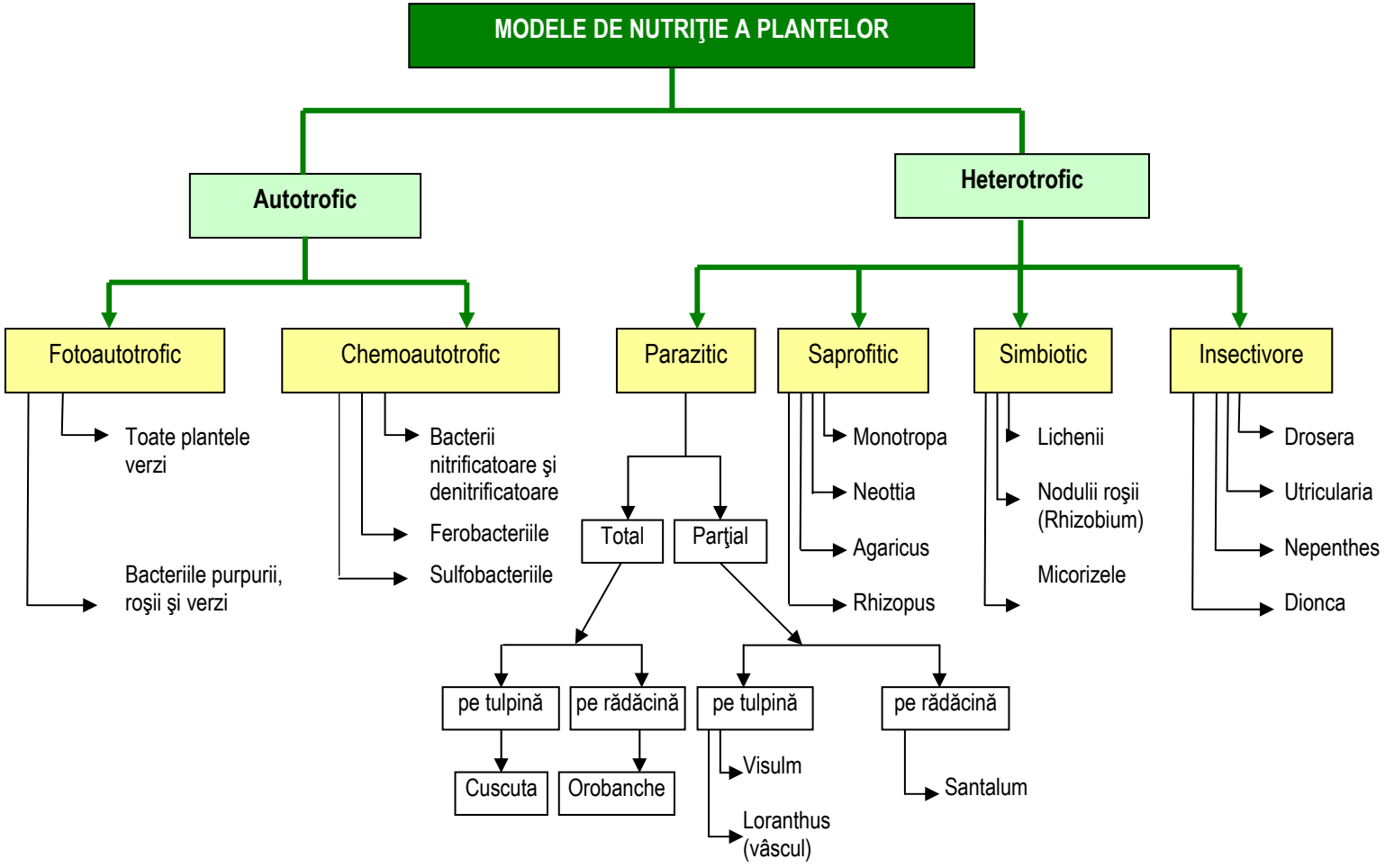


Figura 256. **Factori esenţiali ai disponibilităţii elementelor nutritive**

Aceste date au fost găsite în arhiva de cercetări a societății Probstdorfer, Austria şi arată efectul ameliorării genetice, inclusă în soiurile moderne prin comparație cu specia din care a provenit, efect care se vede în calitatea producției, dar şi în coeficientul de valorificare a inputurilor, în cazul de față a azotului.

După modul în care se hrănesc plantele, acesta este împărțit în două grupe mari :

10.4.1. Plante cu nutriție autotrofă

Acest gen de nutriție este, din punct de vedere economic şi ecologic, cel mai interesant, şi va fi foarte atent dezvoltat în această lucrare. Materia primă a autotrofismului vine din două direcții, şi anume:

a) Din atmosferă - prin utilizarea bioxidului de carbon şi a energiei solare în foarte importantul proces denumit fotosinteză. Principalele materii prime ale fotosintezei sunt CO_2 şi apa (vezi figura 258).

Procesele chimice implicate în figura 258 şi care conduc la formarea glucozei se derulează de asemenea sub coordonare genetică şi este cel mai performant sistem, atât pentru captarea căldurii şi luminii solare cât şi pentru cea a CO_2 din atmosferă, contribuind esențial la absorbția acestuia, şi încetinirea proceselor de modificare a climei, de evitare a pericolului supraîncălzirii.

Randamentul producție - consum în fotosinteză este de 4,2 : 1, iar prima moleculă organică formată este glucoza ($C_6H_{12}O_6$) la care se adaugă prețiosul oxigen şi căldura.

Fotosinteza se derulează exclusiv în părțile verzi ale frunzei care dispun de captatori speciali denumiți „CLOROPLASTE" unde are loc reacția în sine dintre CO_2 şi apă cu formarea glucozei dublate de alți corpusculi denumiți mitocondrii unde de fapt are loc procesul de respirare şi de formare a ATP-ului (adenozin trifosfat), principalul transportor de energie (figura 259).

Cloroplastele conțin pigmenții de clorofilă (clorofila a şi clorofila b) care îndeplinesc funcția de captare mai ales în zona legăturii lor duble (vezi figura 257). Numai clorofila a este fotochimic activă. Celelalte accesorii prezente şi în tabelul 46 sunt pigmenți accesorii, care transmit lumină (electroni spre clorofila a).

Capul clorofilei este un porfirin (dreapta, figura 257) în timp ce extremitatea (coada) este un fitol şi este hidrofob.

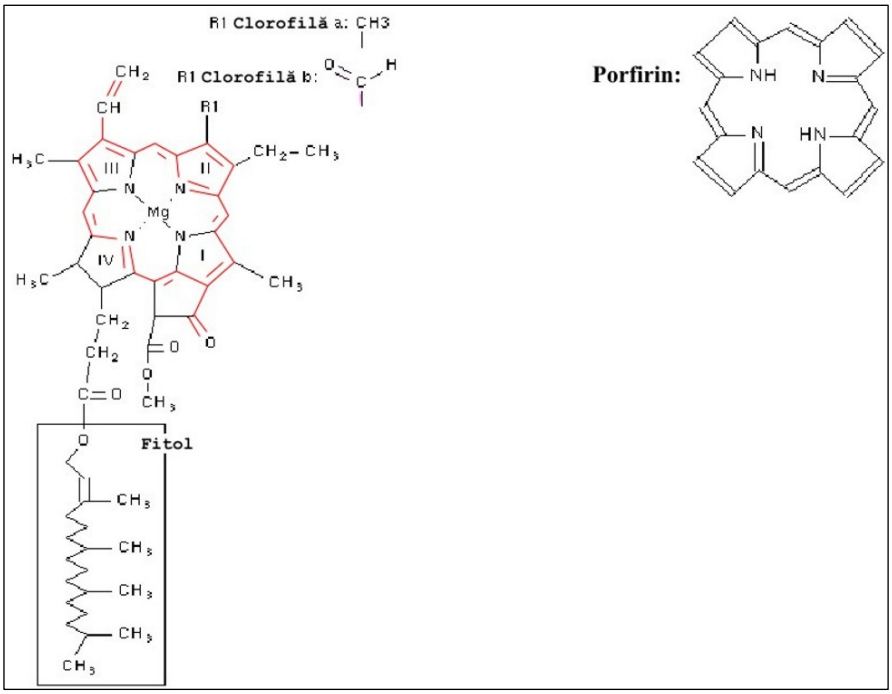


Figura 257. **Formula chimică a pigmentului clorofilian: legăturile duble-conjugate sunt colorate în roşu**

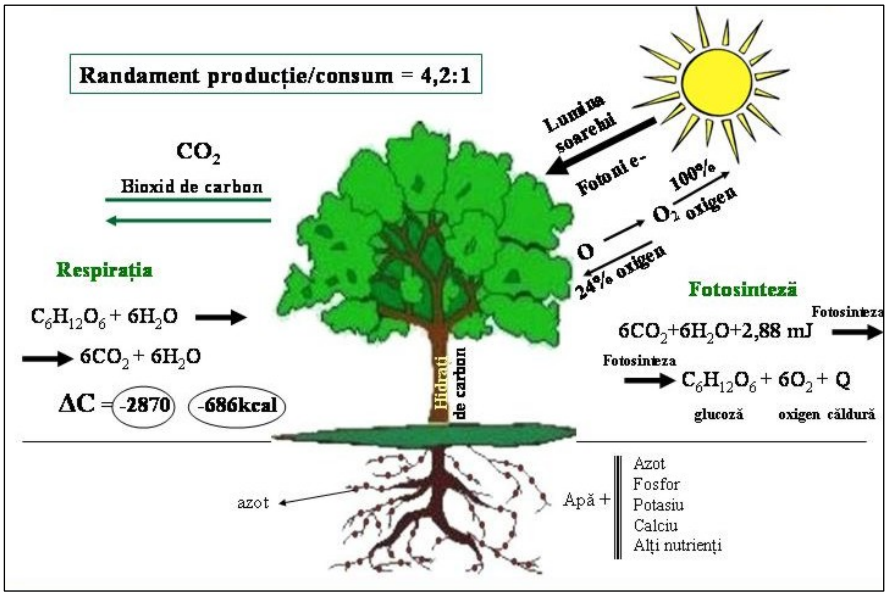


Figura 258. **Fotosinteza – cel mai important fenomen de formare a materiei organice, folosind CO_2, apa şi energia solară, plus nutrienţii din sol**

Tabelul 46

Domeniul de absorbție al luminii - valori aproximative
(**Sursa:** Berca M., 2008)

	1. Maximum		2. Maximum	
	Lungimea undelor	**Absorbţie**	**Lungimea undelor**	**Absorbţie**
Clorofilă a	450 nm albastru	80%	680 nm roşu	60%
Clorofilă b	480 nm albastru verde	90%	650 nm roşu deschis	40%
β-caroten	460 nm albastru	65%	520 nm albastru verde	60%
Fiecoeritrin	570 nm galben	50%		
Ficocianin	630 nm galben	55%		

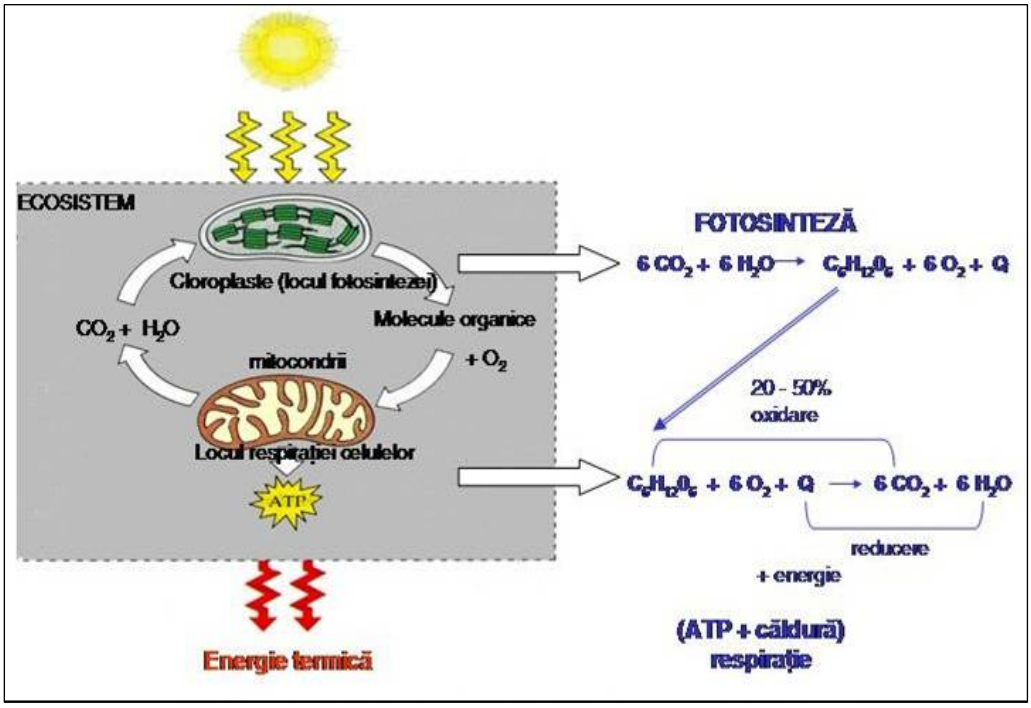


Figura 259. **Captarea CO_2, a apei şi energiei se face în celula verde în cloroplaste, o parte din glucoza formată (23%) este refolosită în procesul respiraţiei cu formare de ATP energie termică şi CO_2. Raportul între biosinteză şi ardere este 4,2 : 1 - un excelent sistem termodinamic**

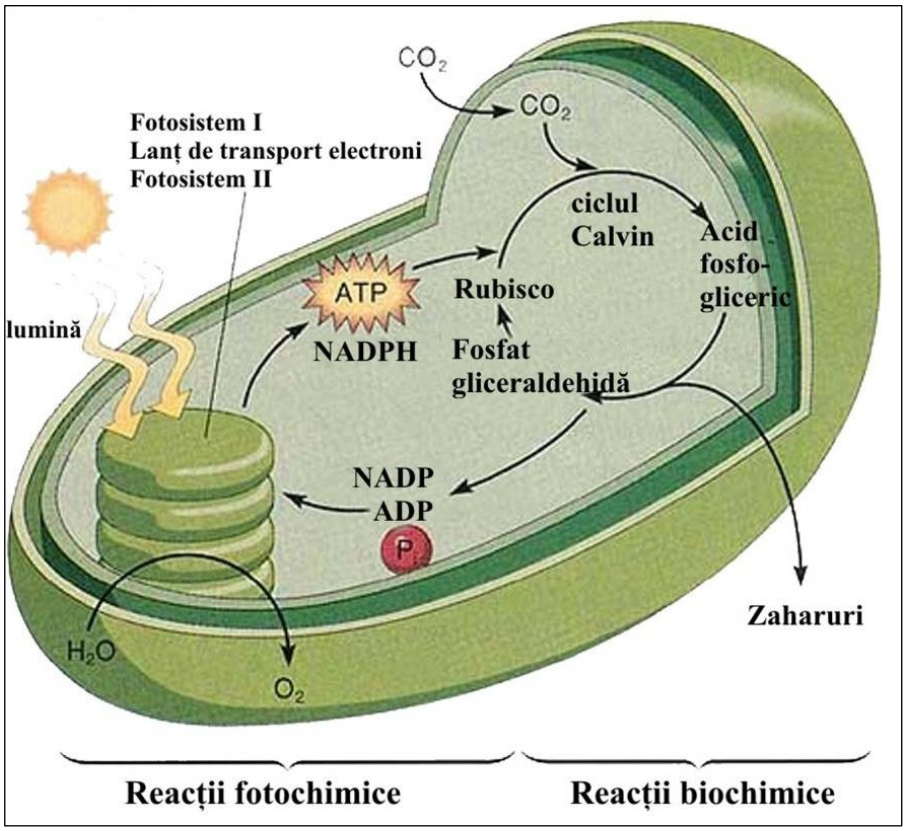


Figura 260. **Schema reacţiilor fotochimice şi biochimice care însoţesc fotosinteza în cloroplaste şi formarea zaharurilor. ADP-ul se reîncarcă şi redevine ATP (purtător de energie) numai în biopilele alimentate cu electronii solari** (**Sursa:** R.Moore şi W.D. Clark, 1995 – „Botany, Plant Form & Function", Brown Publ., 512 S)

Procesele fotochimice şi biochimice care au loc la nivelul corpusculilor cloroplastici sunt prezentați în figura 260 pentru două din cele patru tipuri de fotosisteme cunoscute şi care se separă între ele prin modelele ciclului Calvin și a modului cum se derulează reacțiile biochimice. Efectul final este acelaşi, iar diferențele de randament sunt mici. O schemă a principalelor principii ale nutriției plantelor este prezentată în figura 261.

Până în acest moment în procesul de nutriție au fost prezente trei materii prime: CO_2, apă şi energie (e^-). A apărut glucoza, o substanță organică primară foarte importantă. De aici, pe mai departe intervin azotul şi ceilalți nutrienți care conduc la formarea substanțelor organice complexe pe care deja le cunoaştem (proteine, zaharuri, polizaharide, grăsimi etc.).

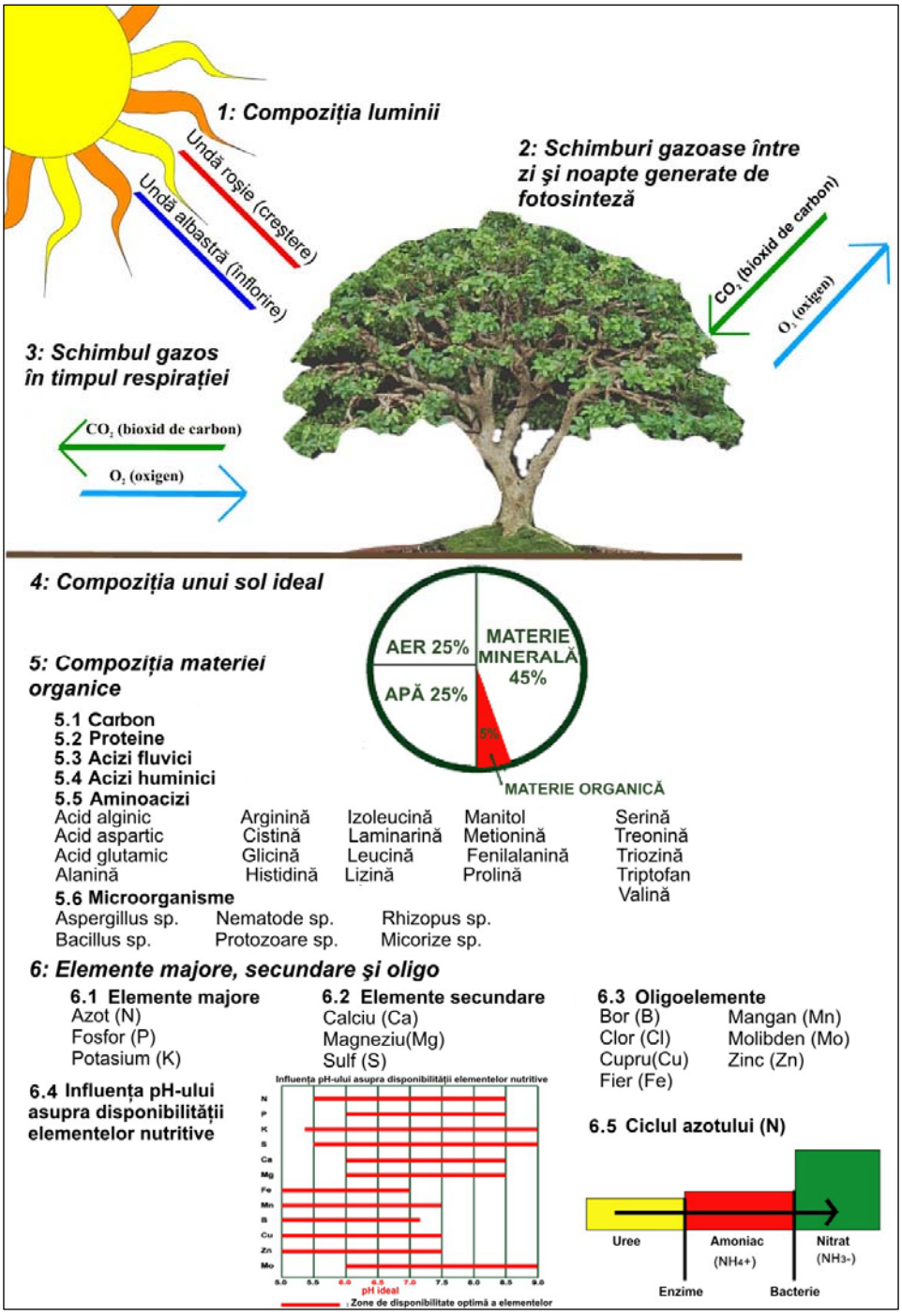
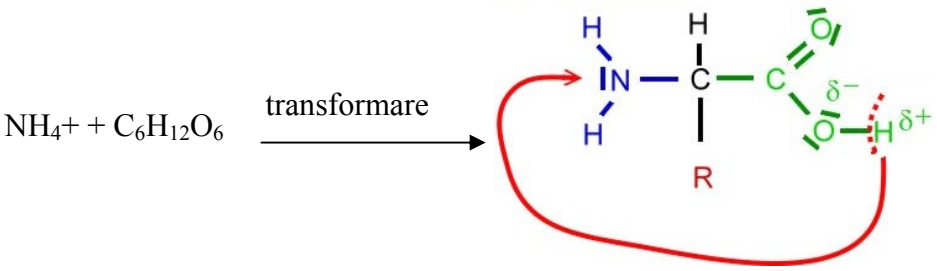


Figura 261. **Principiile nutriţiei plantelor** (**Sursa:** ULTRABIO)

Construcția proteinelor începe cu formarea aminoacizilor, care, teoretic rezultă dintr-o grupare amino, reieşită prin metamorfoza în plante a grupării NH_4 care se combină apoi cu o grupare carboxil ce rezultă din transformarea glucozei. Rezultă combinații amoniu-carboxilat grupe.



Aminoacizii care se formează se obțin deci din unirea unei grupări amino şi o grupare carboxil, legate între ele asimetric printr-un atom de carbon asimetric, aşa cum se vede mai sus. În lumea vie există 20 de aminoacizi care prin multiple combinații formează la început dipeptide, apoi peptide şi în final proteinele.

Toți aminoacizii au practic aceeaşi structură (figura 262).

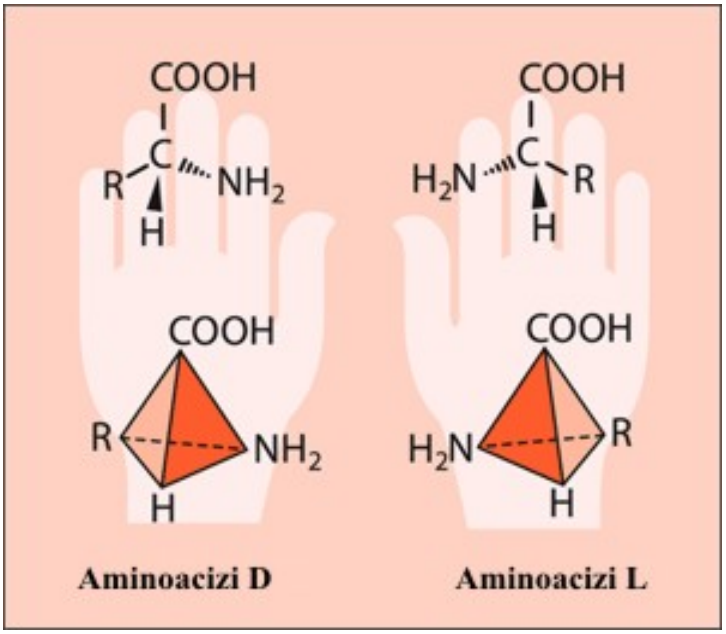
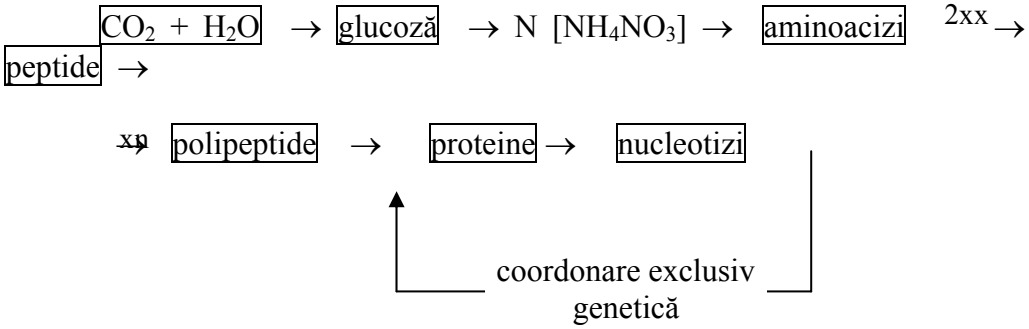


Figura 262. **Aminoacizii D şi L se aseamănă cu deosebirea că izomerizarea are loc în oglindă. Toţi aminoacizii au aceeaşi structură. Ceea ce îi diferenţiază este componenta radicalului R**

Prin condensarea a doi aminoacizi se formează o dipeptidă şi apă (figura 263).

Prin unirea mai multor dipeptide se formează polipeptide. Pentru formarea proteinelor, a căror construcţie nu este deloc întâmplătoare, există aşa-numiţii promotori genetici, care dictează atât mărimea cât şi funcţiile proteinelor. Proteinele sunt formate dintr-un număr foarte mare de aminoacizi. Cele mai mici constituie lanţuri de cel puţin 130 aminoacizi, iar cele mai mari pot ajunge la aproape 1000. În figura 264 se prezintă structura unei proteine.

Detalii asupra universului imens al proteinelor găseşte cititorul nostru în manualele de chimie organică sau biologie moleculară (Berca M., 2006). Schema foarte simplificată a evoluţiei hidraţilor de carbon spre proteină ne arată că fără azot, indiferent de unde îl ia planta, formarea acestor substanţe de bază ale existenţei nu se vor putea forma, iar fără ele nici viaţa nu poate exista.



Noi reţinem că în proteine se găsesc principalele elemente de nutriţie ale atmosferei, şi anume „C” (carbon), „N_2” (azot), „O_2” (oxigen), „H_2” (hidrogen), în diferite combinaţii.

Azotul poate fi luat şi din sol, sau mai precis spus chiar şi cel din atmosferă ajunge în plante tot prin intermediul solului (vezi capitolul *Sol*).

10.4.2. Alte direcţii de evoluţie a materiei din biomasa verde pornind de la glucoză

Recoltele agricole conţin foarte numeroşi hidraţi de carbon, substanţe energizante, absolut necesare bunei funcţionări a metabolismului animalelor şi omului. Până la nivelul de bi şi trizaharide, hidraţii de carbon sunt solubili în apă. Polihidraţii de carbon de tip amidon, celuloză, lignoceluloză, devin extrem de stabile şi au o rezistenţă mare la apă.

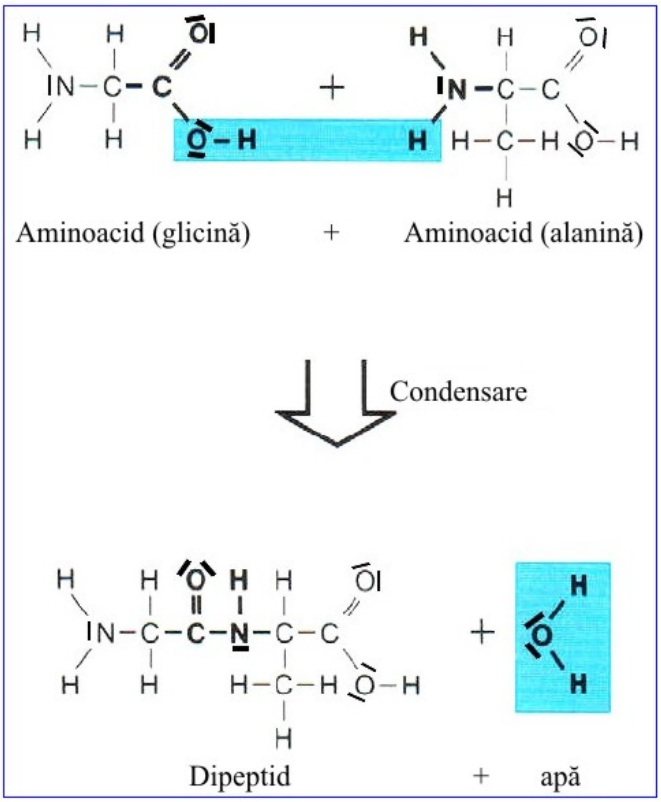


Figura 263. **Formarea prin condensare a bipeptidelor.** Aici e vorba de aminoacizii glicină şi alanină.

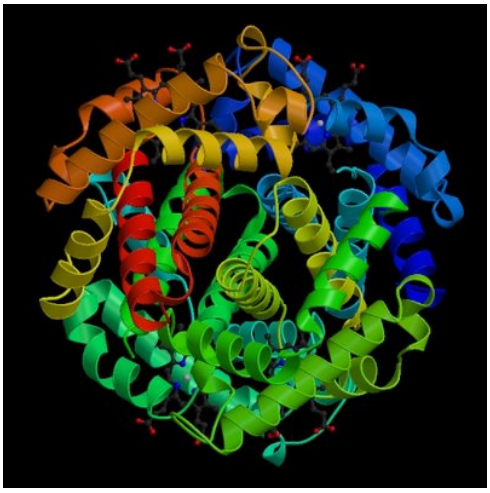


Figura 264. **Structura unei proteine.** De regulă structura proteinei determină funcţiile ei. În figură este prezentată enzima dehidrogenază, iar ca dimensiuni se apropie de un nucleotid.

Prin condensarea glucozei şi a galactozei şi fructozei cu pierderea unei molecule de apă se formează dizaharidele în prezența unor catalizatori enzimatici (maltoza - zaharoza - lactoza - pornind de la glucoză se formează prin exclusivitate maltoza, care în prezența amilazei formează polizaharidul amidon, şi invers).

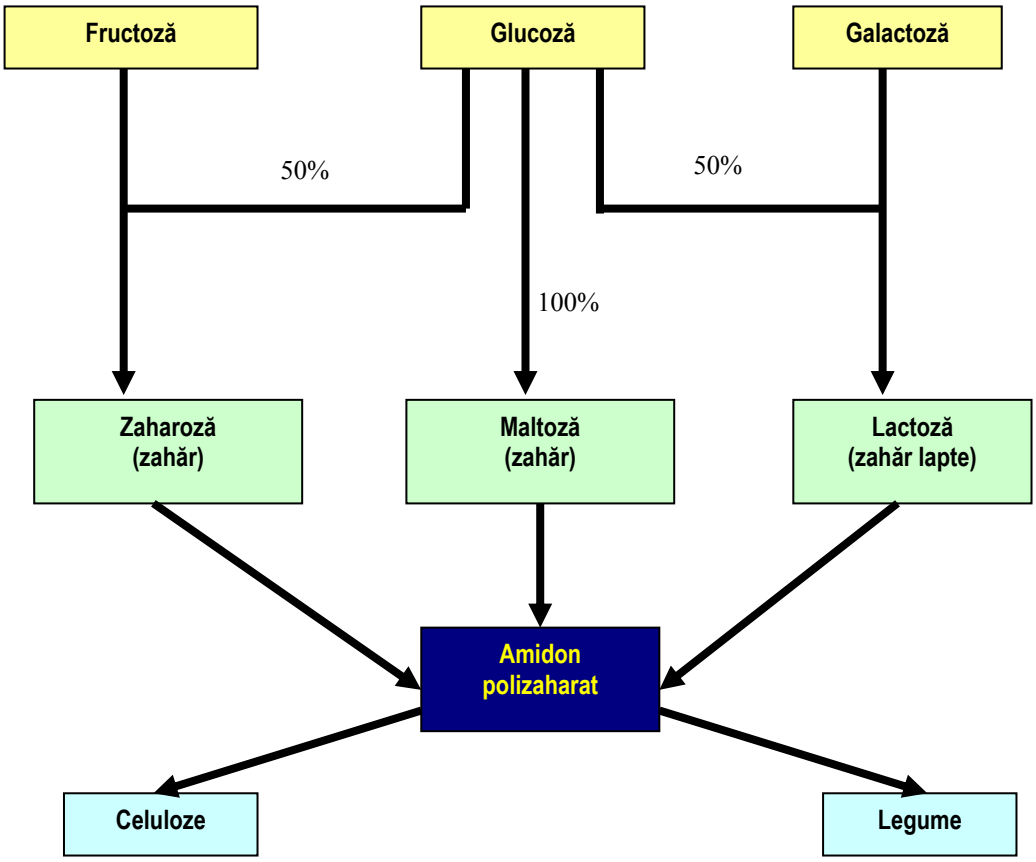
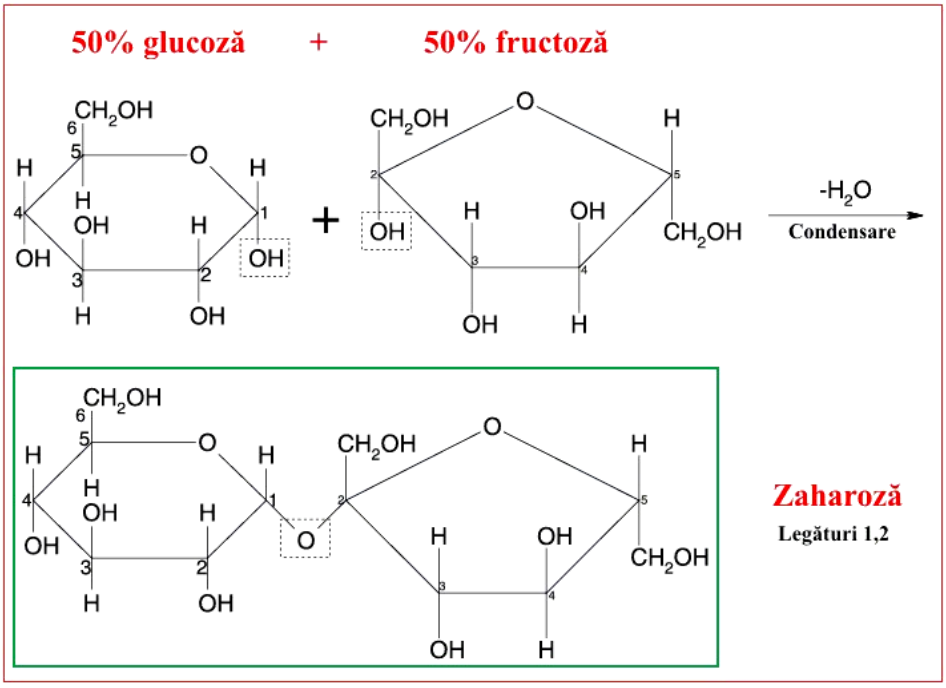
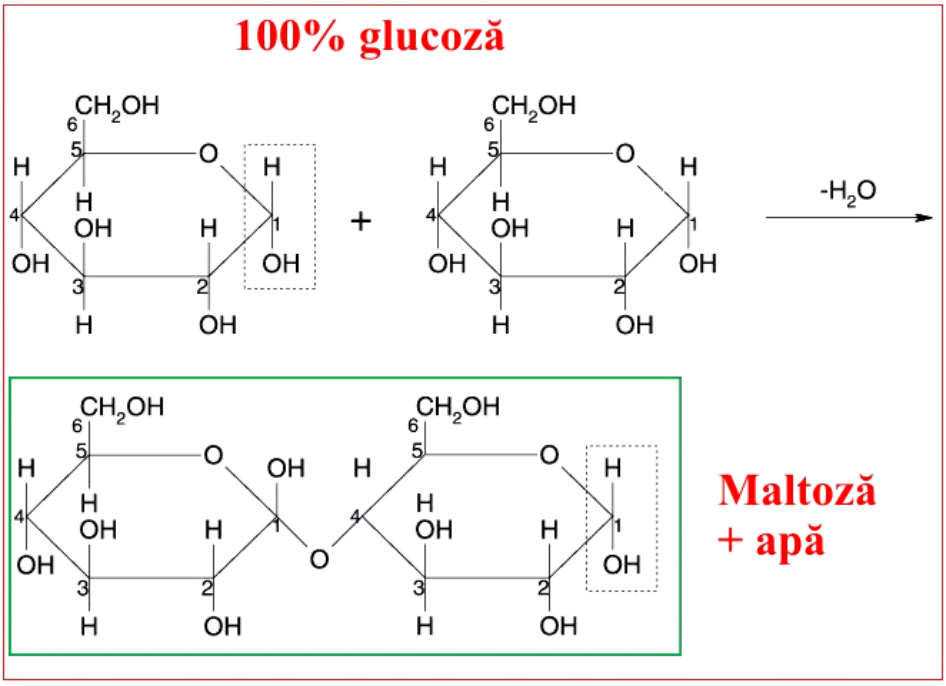


Figura 265. **Metamorfoza monozaharidelor în dizaharide şi apoi în polizaharide.** Procesul invers este valabil (original).


50% glucoză + 50% fructoză
-H2O
Condensare
Zaharoză
Legături 1,2


100% glucoză
-H2O
Maltoză
+ apă

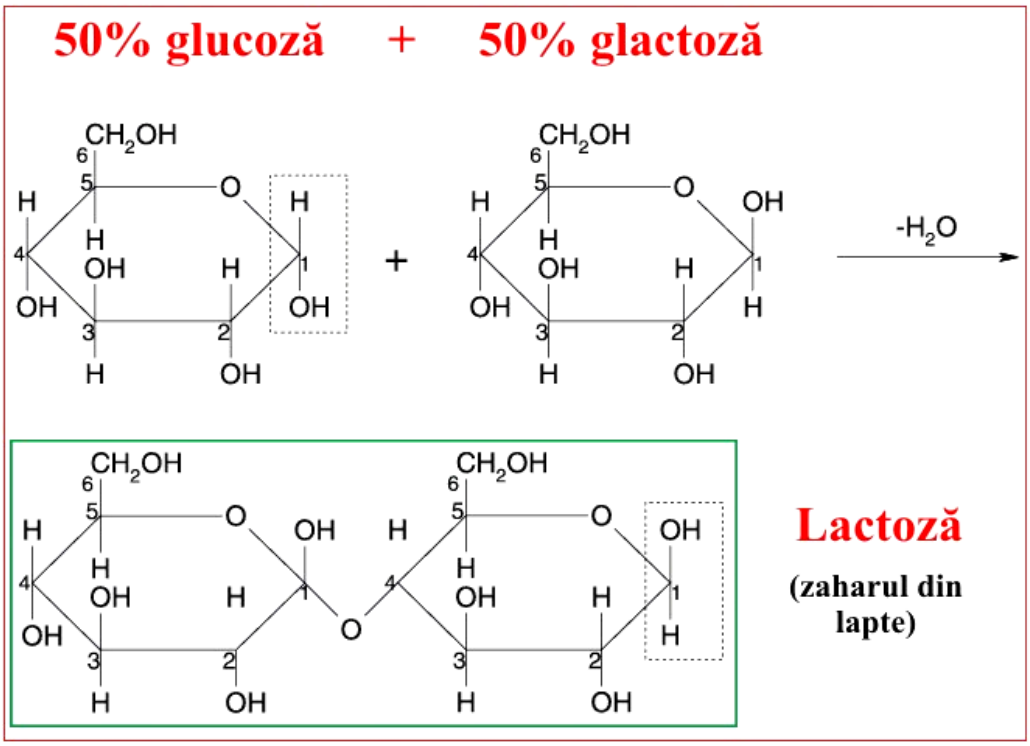


Figura 266. **Diferite forme de zaharuri simple şi bizaharide** (**Sursa:** http://uni-ka.the-jens.de)

Prin polimerizarea maltozei se ajunge la amidon, o substanță stabilă fără miros, legăturile se fac prin intermediul unor punți de hidrogen.

În fapt amidonul nu este o substanță simplă, ci una complexă formată din 2 glicozizi , amilaza + amilopectina, care se repetă de foarte numeroase ori (n ori). În mod similar pot fi obținute şi alte forme de polizaharide polimerizate precum lignina, pe care din cauza dimensiunii imense a formei ei polizaharidice, nu ne permitem să o reproducem.

În polimerii polizaharidici întâlnim însă numai trei elemente constituente ale vieții, şi anume „C” (carbon), „H_2” (hidrogen), „O_2” (oxigen). Lipseşte deci azotul. Cu toate acestea, polizaharidele importante constituie coloanele de bază ale ADN-ului, de care se leagă perechile de baze acido-nucleice.

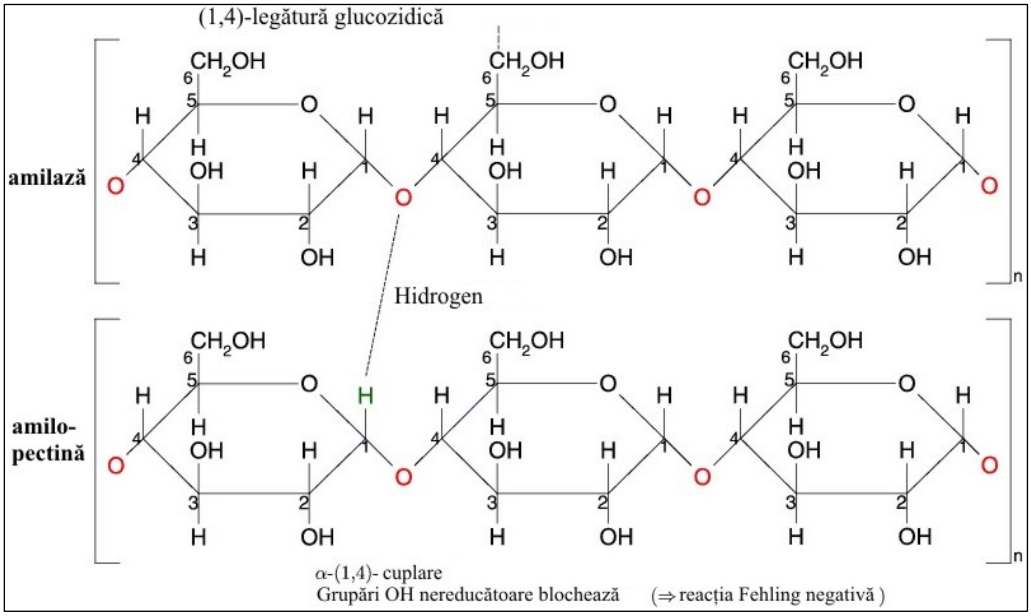


Figura 267. **Structura amidonului** (Agrochemie, diverse cursuri)

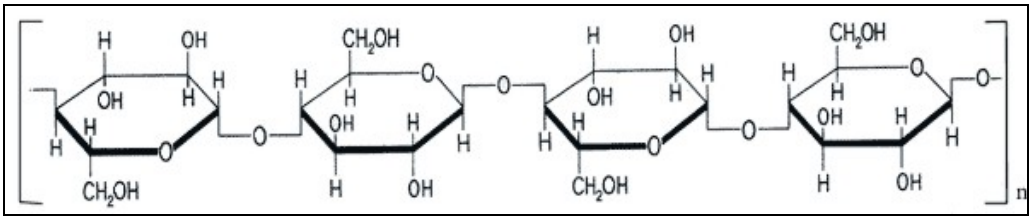


Figura 268. **Structura celulozei** (Agrochimie, diverse cursuri)

10.4.3. Despre acizii graşi şi grăsimi

Acizii graşi constituie de asemenea produşi importanți cu mare valoare energetică ce rezultă din metabolismul plantelor. Principalii radicali care formează acizii graşi sunt cei metilici, etilenici, metilenici. Fiecare acid se termină cu o grupare carboxilică, şi aceasta este dovada esențială că procesul producerii grăsimilor pleacă tot de la produsele fotosintetice.

Din cauza conținutului mare în C şi H grăsimile sunt foarte bogate în energie. Metabolic ele sunt considerate produse de rezervă, care în procesul de formare a materiei organice a plantelor nu şi-au găsit locul în metabolismul primelor două.

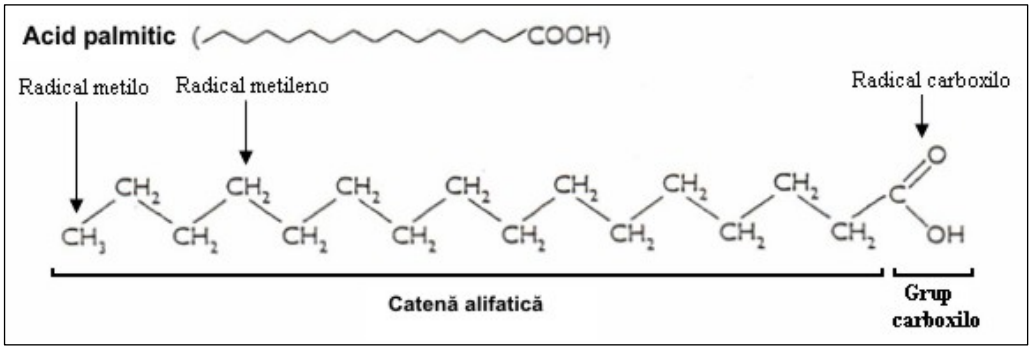


Figura 269. **Model de acid gras (acid palmitic), bazat pe catene alifatice, formate exclusiv din gruparea C - H** (16 atomi de carbon, component al glicinei) (**Sursa:** www.novafel.de)

În formarea grăsimilor plantele nu apelează la nutrienţi din sol decât în măsura în care apa vine prin rădăcini din această zonă.

10.5. FUNCŢIILE PRINCIPALELOR ELEMENTE NUTRITIVE ÎN PLANTE

Fiecare element de nutriție este destinat îndeplinirii uneia sau mai multe funcții în metabolismul plantelor. De cele mai multe ori elementele de nutriție lucrează în tandem, cu efecte aditive, sinergice sau antagoniste. Interacțiunile dintre elementele de nutriție sunt atât de mari încât ştiința este foarte departe de a le desluşi.

10.5.1. Funcţiile azotului şi circuitele lui

Azotul este constituentul de bază al substanțelor organice care crează şi coordonează viața. În consecință, funcțiile lui sunt următoarele:

a) Cărămidă, dar şi liant al vieții.

b) Este constituent principal al activității clorofiliene, iar prima materie organică se formează în aceste mici laboratoare ale vieții.

c) Asigură creşterea celulelor, a frunzelor, tulpinilor, lăstarilor, florilor şi fructelor, dar şi a rădăcinilor.

d) Contribuie la formarea aminoacizilor, a peptidelor şi a proteinelor. Acizii principali ai coordonării vieții (ADN, ARN - în diferite forme) nu s-ar putea forma în absența azotului.

Principala sursă de azot pentru plante este **aerul** care conține 79% azot. Deasupra fiecărui hectar de teren arabil se află circa 80.000 t azot într-o

formă inertă, inactivă. Despre el vom vorbi într-un subcapitol viitor. Indiferent sub ce formă ajunge în sol, plantele îl absorb numai sub formă de ion de amoniu (NH_4^-). Din aer azotul ajunge în sol şi plante prin intermediul aşa-numitelor fixări; **fixare antropică** prin sinteze industriale, foarte cunocută fiind fixarea prin procedeul Haber-Bosch; **fixarea biologică** sub **formă liberă, asociativă şi simbiotică**.

Azotul, într-o formă sau alta se găseşte în întreg mediul natural iar specialiştii afirmă că el se supune unor transformări continue, conform unor legităţi naturale bine cunoscute care alcătuiesc „CIRCUITUL AZOTULUI ÎN NATURĂ”. Acest circuit a fost desenat în numeroase forme. În esenţă ele explică, exprimă acelaşi lucru. În figura 270 este prezentat un circuit al azotului la scară planetară. Cifrele plasate sub scrierea roşie reprezintă cantitatea de azot procesată, folosită sau pierdută exprimată în megatone, adică în 10^6 tone.

Din aceste cifre rezultă că industrial se procesează circa 10^7 tone de azot din care însă numai o parte este folosit ca îngrăşăminte (10-15%). Restul este folosit în alte ramuri industriale. Mai rezultă din această interesantă figură că indiferent de forma în care ajunge azotul în sol, el poate fi preluat de către plante numai sub formă de amoniu (12×10^8 tone) transformat în nitraţi prin procesul de nitrificare susţinută biologic.

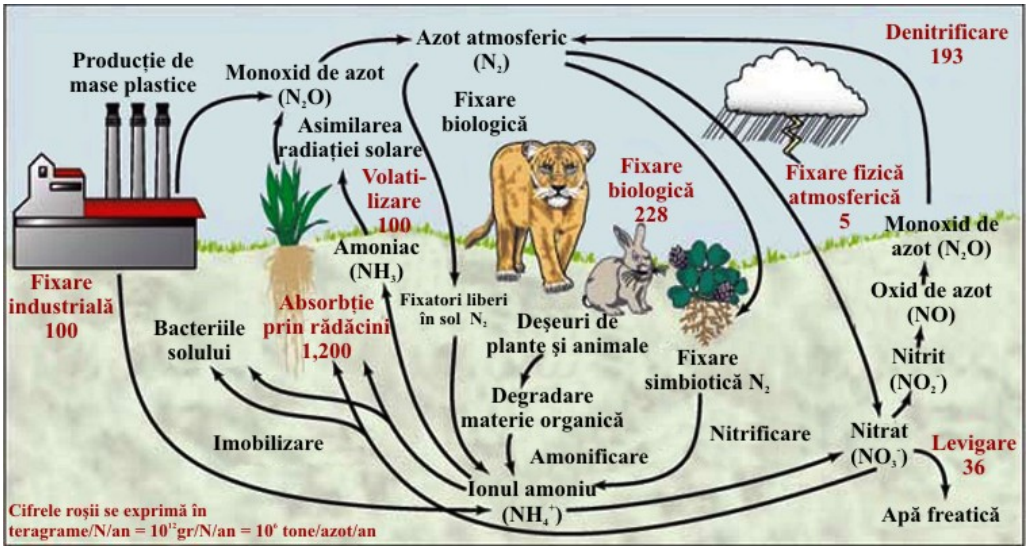


Figura 270. **Circuitul azotului la scară planetară, în relaţia biotic-abiotic = industrie**
(Sursa: California agriculture 63 (2); 67-72. 2009)

O mare parte de azot ajuns în sol pe orice cale se risipeşte prin volatilizare (10^7 tone), prin levigare (36×10^6 tone) sau denitrificare (193×10^6 tone). O formă importantă de azot ajunsă ca input în sol este dată de fixarea biologică care este dimensionată la 228×10^6 tone, adică aprox. 20% (1/5) din cantitatea totală de azot preluat de rădăcinile plantelor care sunt cuplate în sistem (sistemul plantă-sol).

O mare cantitate de azot este prinsă în materia organică vie, şi din această cauză majoritatea fluxurilor converg spre aceasta (figura 271). Acest ciclu complex şi exact a fost alcătuit de universitatea de stat din Oklahoma.

Aşa cum vom vedea însă, de dorit este ca azotul să fie imobilizat în formă organică, iar degradarea biologică să fie condusă prin inteligente procese tehnologice, numai în măsura în care acesta e consumat de plante, pentru a-l sustrage fenomenelor de denitrificare şi amonificare excesive, care conduc la pierderea lui prin levigare sau volatilizare, ambele procese conducând la procese de poluare întotdeauna corelate cu dimensiunea fenomenelor.

La acelaşi nivel de umiditate şi temperatură, factorul principal al degradării materiei organice este oxigenul. Or, penetrarea acestuia în sol în mod excesiv este necesar a fi limitată la nivelul la care oxidarea devine parțială şi recombinabilă în acizi huminici, dacă nu s-a ajuns în faza de degradare completă. Rezultă că în exces în sol sau în atmosferă sub formă de amoniac sau oxizi, azotul nu mai este constructiv ci destructiv. Funcțiile lui favorabile dispar, intrând în domeniul funcțiilor nefavorabile periculoase.

În majoritatea combinațiilor organice, sau poate chiar în toate, azotul nu este singur ci întotdeauna alături de carbon. Pe fond, carbonul este cel care îl imobilizează în combinațiile sale. În figura 272 este prezentată legătura strânsă care există între partea vie a ecosistemului, biomul şi ciclurile bio-geochimice care reglează relațiile de funcționare a ecosistemelor forestiere. Condițiile climatice pot influența fluxurile de C şi N şi mări dinamica lor în toate sensurile. S-a demonstrat că „C" leagă în materia organică 80-90% din azotul fixat şi în felul acesta îl sustrag formelor de dinamică individuală (levigări sau volatilizări).

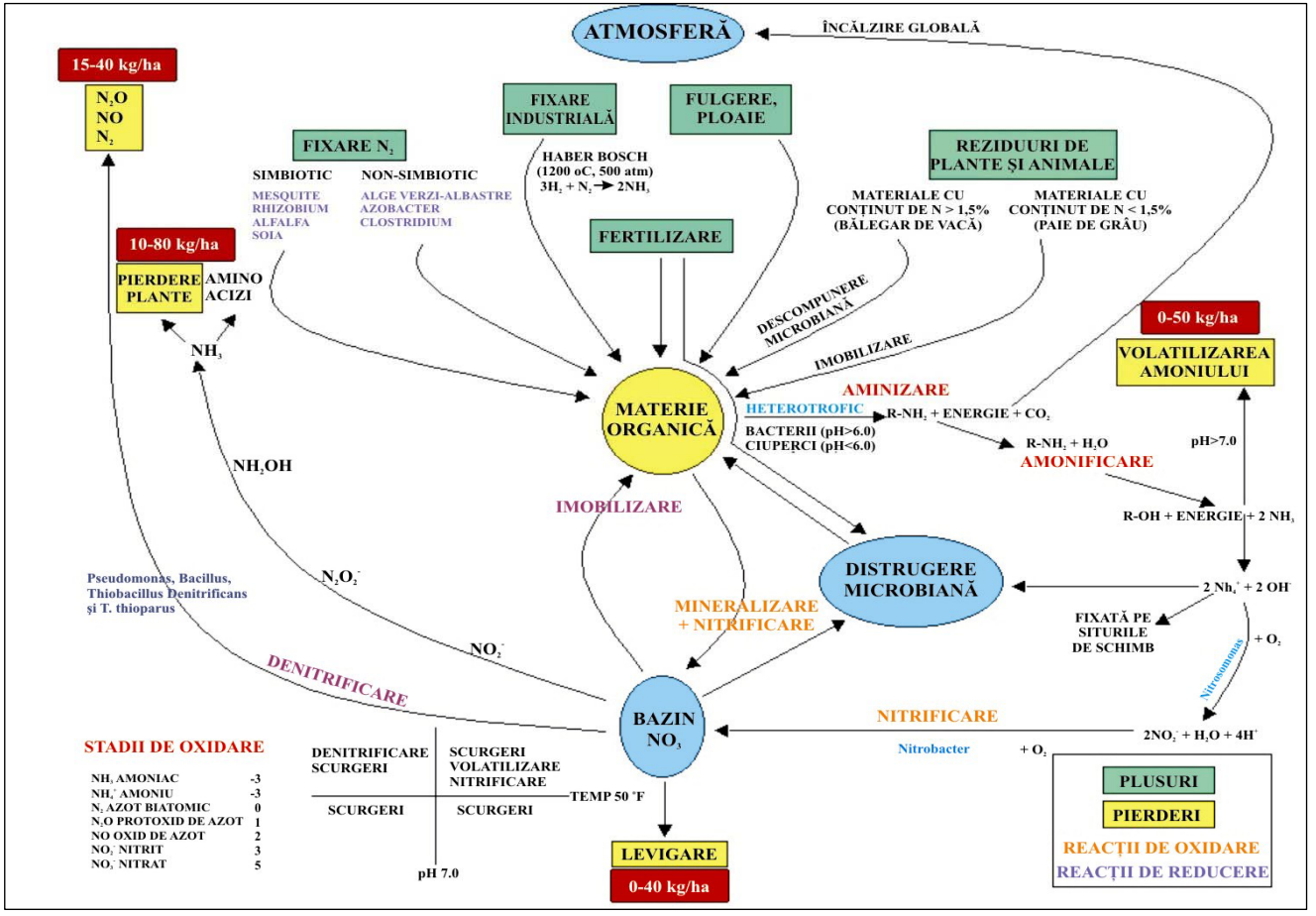


Figura 271. **Circuitul azotului în relaţia cu materia organică** (Uni Oklahoma)

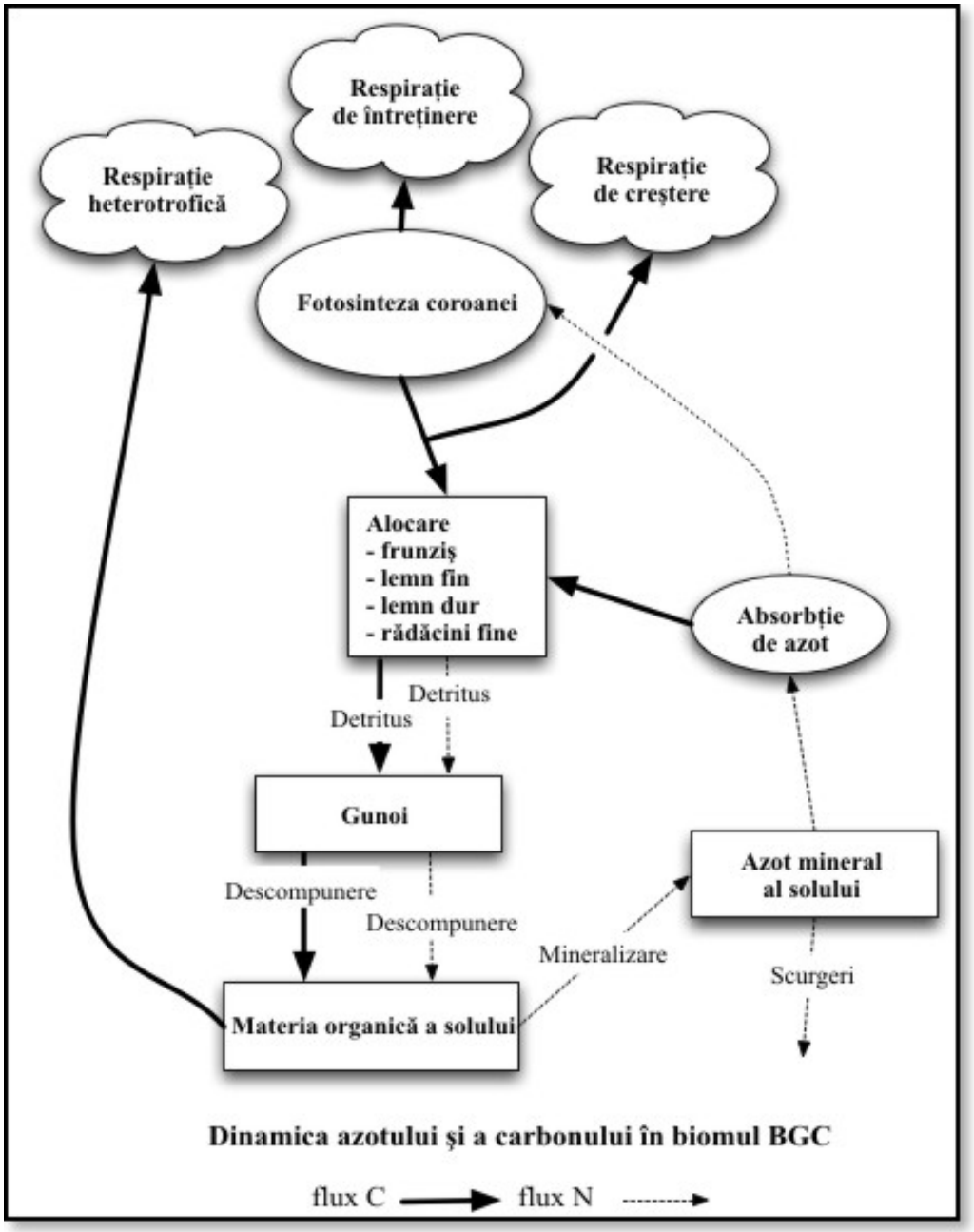


Figura 272. **Dinamica carbonului şi a azotului în biomul BGC**
(**Sursa:** Running SW şi colab., 2002). Modelul Biom – BGC (Bio-Geochemied Cycles) demonstrează că fluxurile de C şi N se corelează strâns, atât în formarea biomasei vii cât şi a celei din sol.

În final putem spune că numărul cercetărilor care monitorizează dinamica azotului se înmulţeşte cu fiecare an, problema căpătând o importanţă tot mai mare pe măsură ce azotul scăpat de sub controlul modelelor naturale de nutriţie provoacă mari probleme atât apelor freatice cât şi atmosferei.

10.5.2 Funcţiile fosforului în plante şi circuitele sale

În viziunea mai multor cercetători, fosforul joacă în plante un rol stimulator. Spre deosebire de azot (N), fosforul se găseşte cel mai adesea în sol în forme stabile, legate, cum ar fi fosfaţii (apatit şi fitat, Leppin 2007). În general, conform aceluiaşi Leppin, imobilizarea sub formă de fitat este una organică (figura 273).

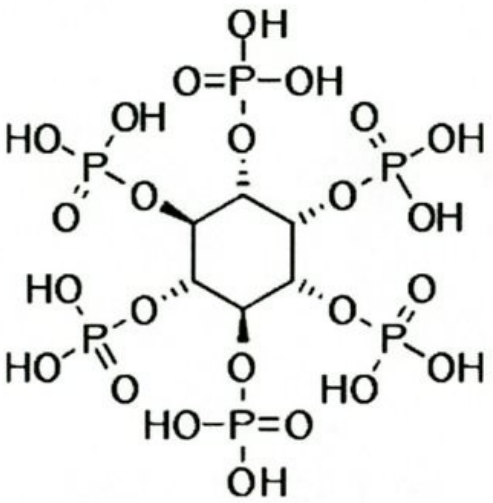


Figura 273. **Acidul fitic (fitat) (1, 2, 2R, BS, 4s, 5R, 6S - ciclo-hexanon hexakis (dihidrogen fosfat)** [denumire IUPAC]

Multă vreme fitatul, a fost considerat ca inutil plantelor. Astăzi este cunoscută activitatea lui în plantele uleioase, cereale, leguminoase, ca fiind un depozitar al fosforului, dar şi a cationilor de potasiu, magneziu, fier şi zinc, calciu, mangan şi bor. O cantitate mare de fitat are porumbul, apoi soia, grâul şi orzul şi tărâţele de lucernă. Deşi dispune de multe minerale, acesta le disponibilizează cu multă greutate.

Se mai găseşte în sol sub formă de fosfaţi de calciu, fier şi aluminiu (apatit, strengit, vivianit, variscit). Acestea sunt în fond minerale, iar în cazul apatitului întâlnim fluoroapatit, cloroapatit, hidroxilapatit, cu următoarele formule chimice:

$Ca_5(PO_4)_3$ F (fluoroapatit)

$Ca_5(PO_4)_3$ Cl (cluoroapatit)

$Ca_5(PO_4)_3$ (OH) (hidroxiapatit)

Fosfații minerali devin accesibili plantelor numai în condițiile aplicării unor bioactivatori, de regulă bacterii sau actinomicete, sau cultivării unor plante speciale, care lasă în sol acizi organici ce separă calciul prin înlocuire şi disponibilizează ionul fosfatic care devine în felul acesta nutrient.

Apatitul este însă în egală măsură o materie primă pentru obținerea de către industrie a fosforului şi utilizarea lui în fabricarea îngrăşămintelor cu fosfor, ca şi a acidului fosforic.

Afirmația categorică cum că formele stabile de fosfor sunt complet inaccesibile plantelor este necesar a fi revăzută în condițiile noilor cercetări efectuate pe această temă în relația plantă - sol.

Combinațiile organice ale fosforului se găsesc în sol între 25-65% din întreg conținutul solului în fosfor. În solurile Europei, inclusiv în cele din România, fosforul se găseşte în cantități între 200-800 mg P_2O_5 kg^{-1}, o cantitate foarte mare, dacă ar putea fi disponibilizată. În general însă numai o mică parte este extrasă de către plante din cauza indisponibilității lui (figura 274).

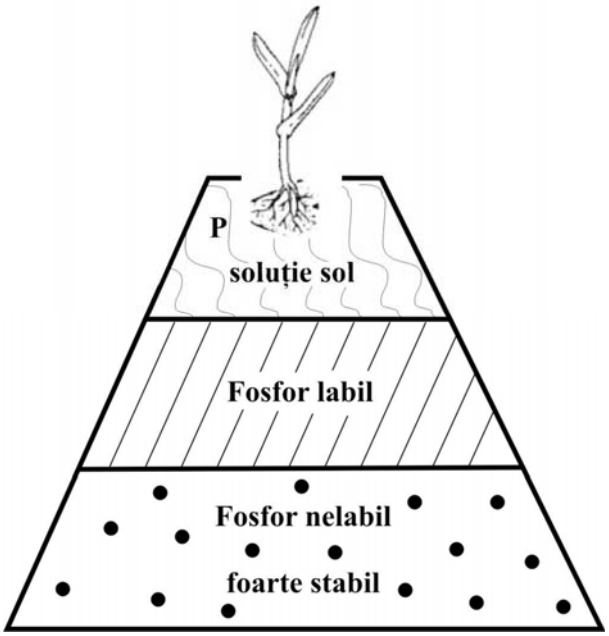


Figura 274. **O prezentare schematică a celor 3 principale P-fracţiuni în sol** (prelucrat după Mengel şi Kirkby, 2001)

Pe solurile noi, acide, fosforul este imobilizat îndeosebi de aluminiu şi fier, formându-se aşa-numitele minerale secundare în sol, în timp ce pe solurile bogate în citrați, eliminate de rădăcinile unor plante, se pot forma citrații de aluminiu sau oxizi/hidroxizi de fier (figura 275).

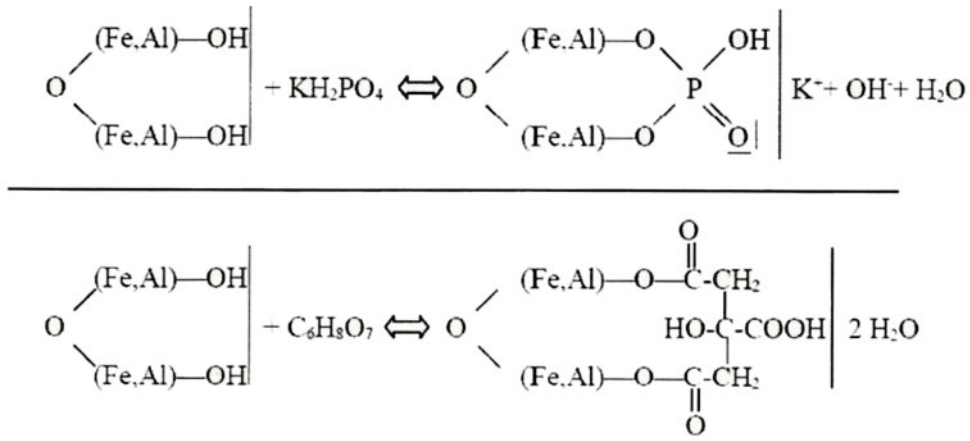


Figura 275. **Absorbţia fosfaţilor de către oxizi şi hidroxizii de fier şi aluminiu –** sus; **absorbţia fierului şi aluminiului de către acidul citric –** jos

Deşi fosforul pare mai puțin important pentru culturi, el rămâne însă un principal element de nutriție, ale cărui principale funcțiuni sunt următoarele:

- Component principal al alcătuirii celulelor şi al menținerii structurii acestora.
- Element de bază al sintezei ADN-ului şi ARN-ului, el constituie puntea între două riboze.
- Element de bază în construcția proteinelor, altele decât enzimele.
- Element de bază în sinteza lipidelor.
- Funcții foarte importante în procesele de schimb al substanțelor.

Fosforul este deosebit de important pentru plante, mai ales în faza de creştere intensă. Spre exemplu, în perioada de împăiere la cereale, cultura absoarbe din sol până la 0,9 kg P_2O_5/zi/ha. Dacă această cantitate nu se găseşte în sol în formă accesibilă, producția poate fi redusă semnificativ.

Deficitul de fosfor în sol, pe lângă reducerea procesului de fotosinteză conduce implicit la o înrădăcinare superficială, deficitară, reducerea capacității de germinare a semințelor, întârzierea materializării fructificațiilor la orice cultură. Pentru recunoaşterea carenței de fosfor ne orientăm după culoarea roşcată albăstruie a lăstarilor plantelor (figura 276), în special pe frunze şi lăstari, stagnarea creşterii şi reducerea înfrățirii la cereale. Transformarea ATP în ADP şi transportul de energie fotosintetică nu se poate face fără fosfor.

Figura 276. **Carenţă de fosfor la porumb** (**Sursa:** www.linzeragrotrade.com)

În organismul unei persoane de 70 kg fosforul se află în cantitate de 700 g, din care 600 g numai în oase şi dinţi sub formă de hidroxiapatit [$Ca_5(PO_3)OH$]. În plantele de cultură fosforul se găseşte în procent de 0,2% (Epstein, 1972, 1999, citat de Wikipedia).

10.5.2.1. Fosforul în relaţia cu rădăcina şi solul

Fosforul se găseşte în sol în cantitate mică în formă disponibilă, dar în cantităţi suficiente în formă concentrată sau organică. Rădăcinile plantelor îşi aduc o contribuţie importantă la solubilizarea şi accesul fosforului spre rădăcini.

Graficul din figura 277 arată că în afara fosforului disponibil în soluţia solului, o serie întreagă de substanţe eliminate de rădăcini în sol pot solubiliza diferitele forme inactive pe care le pot pune la dispoziţia plantelor. Zona de influenţă a acestora este de maximum 1-6 mm (vezi figura 278).

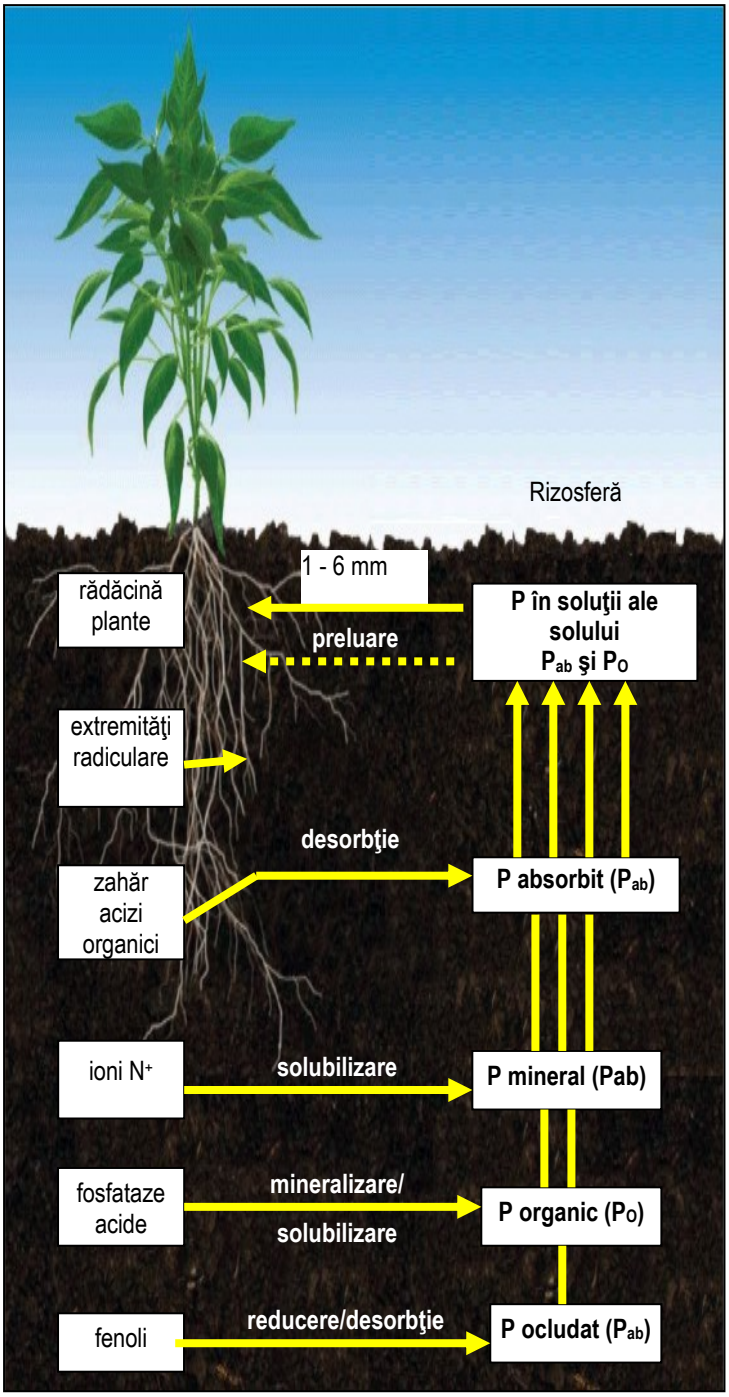


Figura 277. **Acţiunea diverselor extremităţi radiculare asupra fosfaţilor stabili din sol** (modificat)

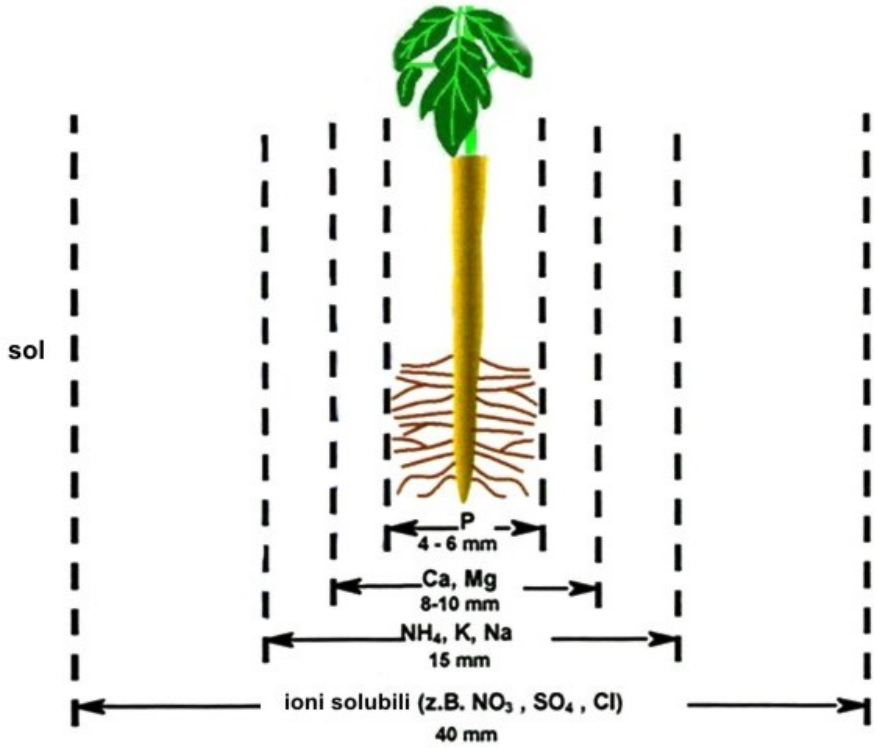


Figura 278. **Modul de preluare de către rădăcini a diferitelor elemente din sol** (original)

Deoarece fosforul este repede imobilizat în sol, extrudatele emise de rădăcini solubilizează fosforul şi activează solul pe o distanţă de 4-6 mm faţă de perişorul radicular şi este imediat preluat de plante. Altminteri, el este imediat remobilizat. Celelalte elemente nutritive beneficiază de spaţii mai mari de manevră (8-10 mm Ca, Mg); 15 mm NH4, K, N şi circa 40 mm B, NO_3, SO_4, Cl etc.

Mai remarcăm faptul că în anii cu multă umiditate în sol fosforul mobilizat de ionii de hidrogen trece şi el în soluţie. Trec însă şi cationii de calciu care îl imobilizează în fosfat de calciu hidratat. Acesta este mai uşor mobilizat şi preluat de către rădăcinile plantelor.

10.5.2.2. Clasificarea solurilor în funcţie de aprovizionarea cu fosfor, potasiu şi bor

În special în spaţiul german, mai toate ministerele landurilor emit aprecieri asupra clasificării solurilor cu elemente nutritive în vederea efectuării bilanţurilor şi stabilirii dozelor necesare de fosfor şi alte elemente nutritive. În

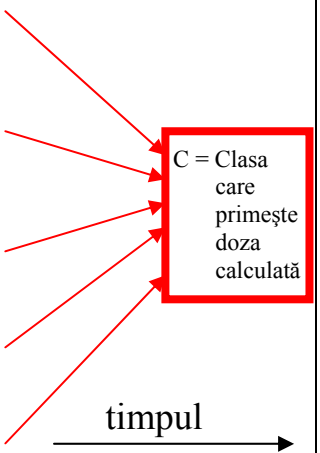
tabelul 47 este prezentată o clasificare a solurilor în Europa după BMLFUW şi prezentată de Hans Unterfrauer (2008). Sunt prezentate valorile fosforului în sol, atât în câmpurile agricole cât şi în păşuni şi fânețe, prezentate sub formă de MJP/kg sol, dar şi valorile acestuia exprimate în kg/P/ha pentru primii 20 cm la o densitate a solului de 1,4 g/cm^3/sol.

Tabelul 47

Repartizarea pe clase a fosforului în solurile Europei

(Prelucrare după Unterfrauer şi Ministerul Agriculturii Baden-Würtemberg)

Areal / Clasa	Agricol	Păşuni şi fâneţe	Clasificare	Necesar îngrăşare P
A	< 26 73	< 26 73	foarte scăzută	îngrăşare cu doză mărită faţă de cea stabilită
B	26 - 46 73 - 129	26 - 46 73 - 129	scăzută	îngrăşare cu doze mijlocii faţă de C
C	47 - 111 129 - 310	47 - 68 129 - 190	suficientă (potrivită nutriţiei)	zonă de neîngrăşare menţinerea stabilă
D	112 - 174 310 487	69 - 172 190 - 487	ridicată	numai 50% din necesarul de fosfor calculat
E	> 174 487	> 174 487	foarte ridicată	nu este necesară îngrăşarea



Valori în mg P/kg

Valori în kg P/ha pentru adâncime 20 cm, D = 1,4

Atenţie! *Îngrăşarea cu fosfor se va face în aşa fel încât doza aplicată să satisfacă necesarul plantei plus imobilizări.*

Este necesar să precizăm, aşa cum se va vedea, că dozele de fosfor se calculează până la clasa C în funcţie de necesarul culturii, şi nu de o posibilă disponibilizare. Aceasta din urmă este întotdeauna mobilă şi şi dirijată în sensuri nesigure.

10.5.2.3 Circuitul fosforului în natură

Legile naturii, legile ecologiei sunt atât de funcționale încât circuitul fosforului în natură, spre deosebire de cel al azotului nici n-ar fi fost cu ușurință observat. O dată cu apariția agriculturii două dintre legile principale ale ecologiei, şi anume **„natura se pricepe cel mai bine”** şi **„nimic nu se capătă degeaba”** se aplică excelent comportamentului fosforului. În figura 279 prezentăm un circuit al fosforului, care exprimă cel mai bine fluxurile între sol, plante, animale şi atmosferă. Reținem că fosforul este disponibil plantelor numai sub formă de ioni din soluția solului (1). Ca să ajungă acolo, fosforul pleacă din diverse surse, cum ar fi forme anorganice de tip secundar, adică cel puțin hidrolizate ale fosfaților de Ca, Fe, Mn, Al. Deplasarea poate să aibă şi un sens invers (2). O parte din ionii de fosfor pot fi depozitați pe suprafețele argiloase sau catenele libere ale acizilor huminici (3) şi prin desorbție în condiții de umiditate ridicată pot trece în soluția solului. Revin însă pe suprafețele complexului organo-mineral, o dată cu reducerea umidității solului. O a patra sursă ce pleacă din sol spre soluția acestuia este generată de factorul ecologic (roca primară apatit) (4) mai ales dacă aceasta este în formă hidratată fenomenul este relativ minor, dar ireversibil şi corelat frecvent cu tipul de extrudat pe care rădăcinile unor culturi îl elimină în sol, special în acest scop. Stimularea activității unor bacterii precum *Pseudomonas fluorescens* sau *Bacillus megatherim* facilitează trecerea în soluție a cationilor de fosfor inactivați în minerale, dar şi în forme organice (5).

Intrările de fosfor în sol se fac prin aplicarea îngrăşămintelor din depunerile atmosferice de regulă sub formă de pulberi şi în cantități mici; din aportul redus al reziduurilor plantelor şi animalelor.

Ieşirile de fosfor din sistem: sunt cele extrase de plante pentru formarea biomasei principale şi reziduale, de plecările de pe suprafețe o dată cu eroziunea şi de scurgerile minore în profunzime ținând cont de mobilitatea redusă a acestui element.

În figura 280 pe fluxurile liniare ale deplasării fosforului spre zonele de absorbție de către plante se interpun efectele obținute prin activitățile biologice ale micro şi macroorganismelor solului, care pot mări semnificativ mobilitatea fosforului şi reduce dozele aplicabile. În felul acesta multe forme inactive, între care fitatul, devin accesibile concomitent cu o îmbunătățire a stării ecologice a solului, dorită şi solicitată de noua agricultură în dezvoltare, cerință a conservării resurselor de sol, pentru conservarea durabilă a planetei. Fosforul rămâne puțină vreme în soluția solului şi în cantitate mică. Din acest motiv plantele reacționează energic şi rapid la preluarea lui.

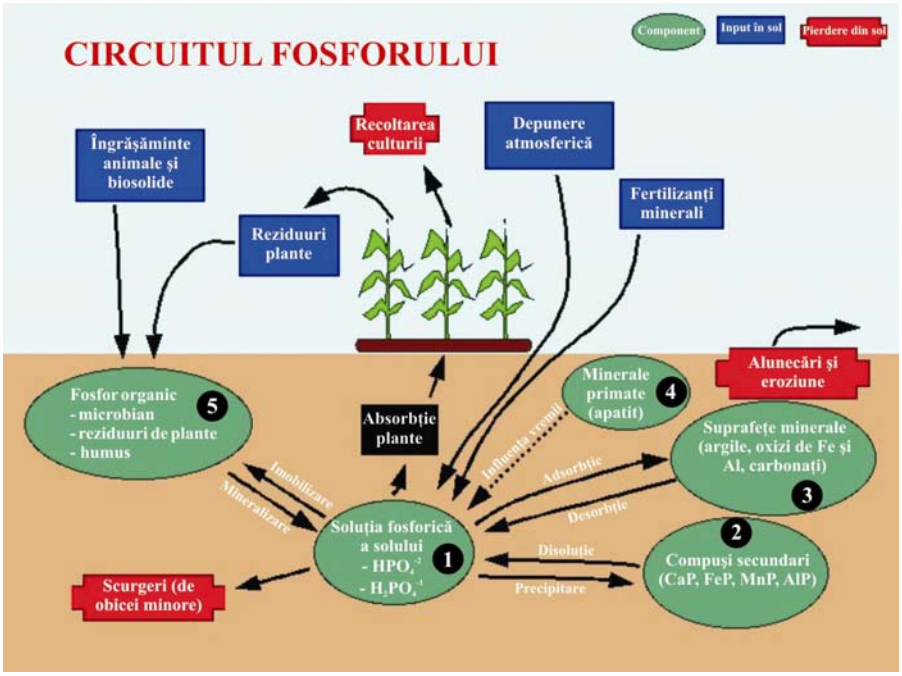


Figura 279. **Circuitul fosforului în natură (cu precădere în ecosistemele agricole)** (Viziune personală integrală)

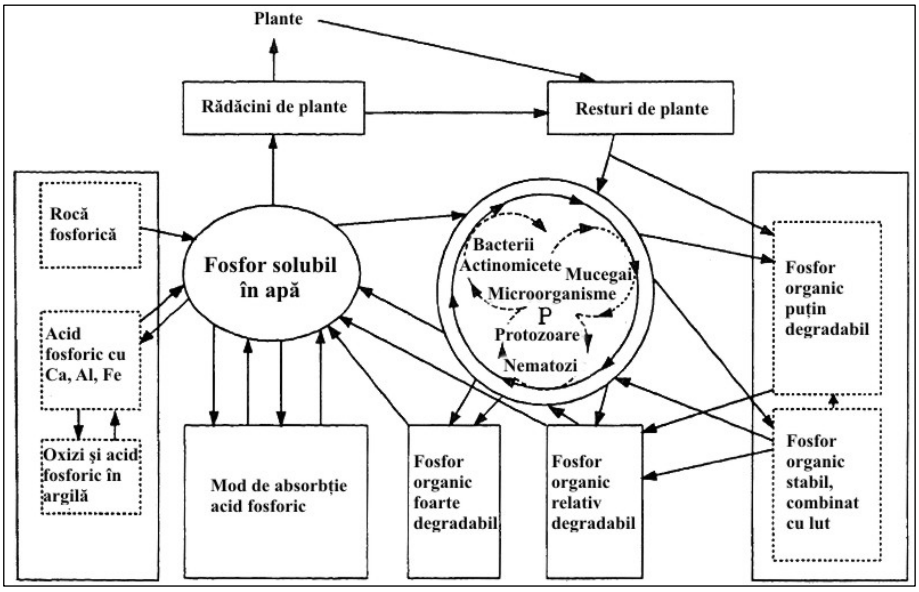


Figura 280. **Circuitul fosforului la nivelul sol - plantă cu implicarea microorganismelor solului, pe majoritatea formelor existente în sol** (modificat după Chauhan şi colab.)

Dacă simplificăm şi sintetizăm cele două cicluri şi ţinem cont de condiţiile care le determină, putem ajunge la o schemă sintetică precum cea din figura 281.

Cantităţile de fosfor cu care operează mobil, dinamic solul şi plantele sunt mult mai mici decât în cazul azotului, iar din punct de vedere ecologic evadările fosforului prin spălare în apele freatice sunt nesemnificative, şi numai dacă pânza freatică este foarte superficială. Cea mai mare problemă rămâne aceea a mobilizării formelor imobile pentru a reduce costurile şi a contribui la creşterea stării ecologice a solului.

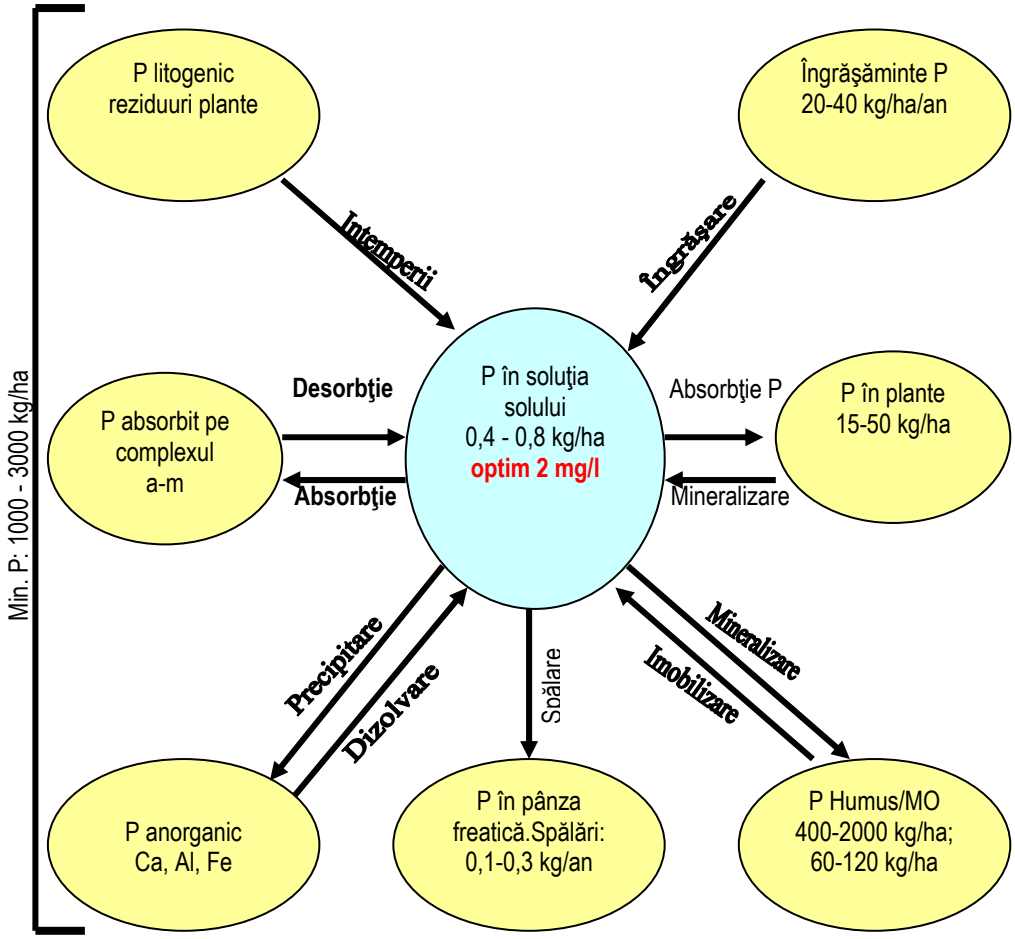


Figura 281. **Sinteză a relaţiei între fosfor, sol, surse şi plante.** Prelucrare după LandschostOPP.

10.5.2.4 Coeficienţi de transformare dintr-o formă în alta a fosforului

Pentru calcularea dozelor şi evaluarea consumurilor este necesar a cunoaşte câţiva factori de conversie:

$PO_4 \rightarrow P = 0{,}326$

$P \rightarrow PO_4 = 3{,}067$

$P \rightarrow P_2O_5 = 2{,}291$

$P_2O_5 \rightarrow P = 0{,}436$

$PO_4 \rightarrow P_2O_5 = 0{,}747$

$P_2O_5 \rightarrow PO_4 = 1{,}334$

Vom încheia acest subcapitol printr-o schemă care ne prezintă disponibilitatea diferitelor forme de fosfaţi pentru plante (figura 282).

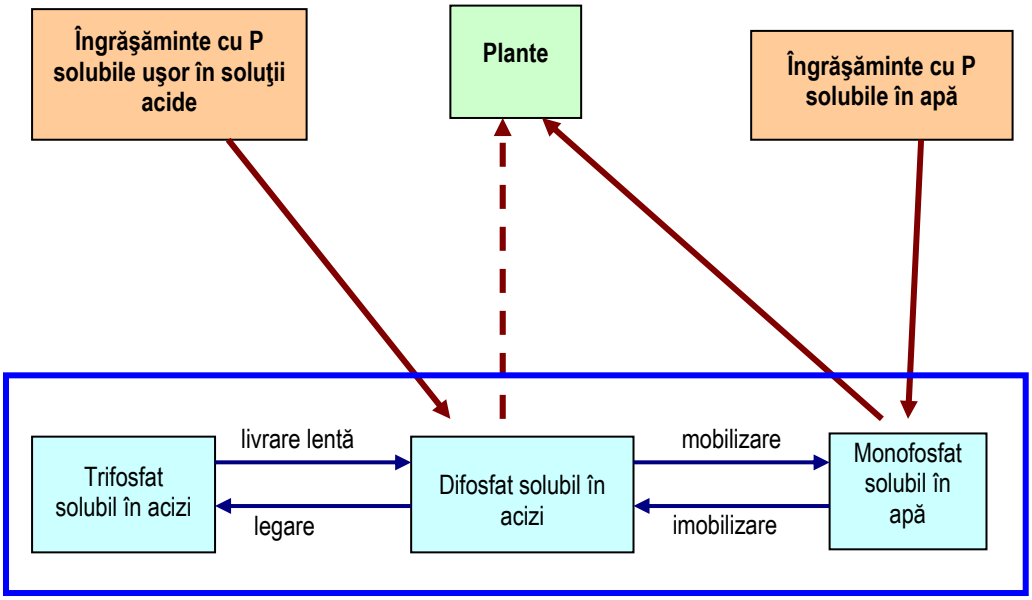


Figura 282. **Disponibilitatea pentru plante a diferitelor îngrăşăminte cu fosfor**

În subcapitolul privind îngrăşarea de bază a plantelor, fosforul ocupă un loc important tocmai pentru că este necesar a se ţine neapărat cont de dinamica lui în sol foarte variabilă şi adeseori imprevizibilă, datorită multiplilor factori şi condiţii care îl pot imobiliza şi dificultăţile care îl fac din nou disponibil.

10.6. FUNCŢIILE POTASIULUI ÎN PLANTE ŞI CIRCUITELE SALE

În lucrarea *Funcţiunile elementelor* (Tutorvista.com), potasiul este elementul care ocupă în plantă, sub formă de ion K^+, prima poziţie ca abundenţă. Conform aceluiaşi autor, în sinteză funcţiile potasiului ar fi următoarele:

1. Reglează activităţile metabolice ale celulelor, mai ales în faza tânără de creştere. Acest lucru se întâmplă atât pentru frunze şi lăstarii tineri cât şi pentru creşterea rădăcinilor. Face excepţie faza primară de creştere a seminţelor.

2. Este esenţial pentru buna funcţionare a circa 40 de enzime care participă la derularea activităţilor glicolizice, cum ar fi ciclul lui Krebs al fotosintezei, sinteza amidonului, sinteza acizilor nucleici, sinteza clorofilei şi în derularea dinamicii ATP - ADP în anumite reacţii. Susţine transportul produselor sintetizate.

3. Menţine hidratarea, permeabilitatea şi starea reactivă a protoplasmei şi reglează consumul de apă şi transpiraţie.

4. Creează presiunea turgescentă în interiorul celulei, necesară propriei ei mişcări.

5. Participă activ la închiderea şi deschiderea sistemelor şi dirijează influxul şi efluxul celulelor vecine stomatei.

10.6.1. Diferenţe funcţionale în caz de carenţă

1. La carenţe mici apar cloroze uşoare pe frunze.

2. Evoluează spre necroze pe frunze, tip marginal sau pete neregulate.

3. Frunzele culturilor de citrice se brunifică şi se răsucesc.

4. Talia plantelor se reduce datorită diminuării uneori drastice a activităţilor agricole.

5. Evoluţia carenţei poate conduce la moartea mugurilor apicoli. Pierderea activităţii mugurelui apicol este cea mai caracteristică disfuncţionalitate cauzată de potasiu (K^+) şi conduce la o creştere a plantelor sub formă de tufă.

6. Fenomenul de la punctul 5 poate fi demonstrat cel mai bine la culturile de cereale care rămân sub formă de tufă, nu împăiază şi nu fructifică (figura 283).

Figura 283. **Carenţă de potasiu la cultura cerealelor** (Sursa: http://www.ipni.net)

Conform site-ului Soil Web (UBC) al Universităţii British Columbia, Facultatea de agricultură şi sisteme alimentare, potasiul joacă un rol foarte mare în fixarea azotului, contribuind esenţial la reglarea fluxurilor de zaharuri din plante spre noduli şi a azotului din noduli spre plante.

În celulă el favorizează formarea proteinelor, a lipidelor şi a zaharurilor policondensate, menţinând în permanenţă funcţia de hidratare. În absenţa potasiului, azotul nu poate fi folosit eficient în realizarea sintezelor biochimice şi în realizarea producţiilor (figura 284).

Din aceste motive este decisiv ca înaintea aplicării îngrăşămintelor cu azot să avem o determinare analitică a potasiului din sol care să ne confirme că acesta există (sau trebuie aplicat) şi că azotul îşi va putea manifesta activitatea sa de formare a proteinelor îndeosebi.

În general, solurile Europei, inclusiv cele ale României, sunt bine aprovizionate cu potasiu, însă uneori îngrăşarea cu acest nutrient devine necesară.

În sol, potasiul se găseşte în general (90-98%) în formă legată, inaccesibilă plantelor. Feldspaţii şi mica sunt mineralele care conţin cea mai mare cantitate de potasiu. Fireşte că plantele nu pot utiliza potasiul în formă cristalină insolubilă. Sub influenţa condiţiilor climatice, ca o funcţie de timp, potasiul se desprinde din masa minerală sub formă de ioni şi pătrunde în soluţia solului (figura 285) (1).

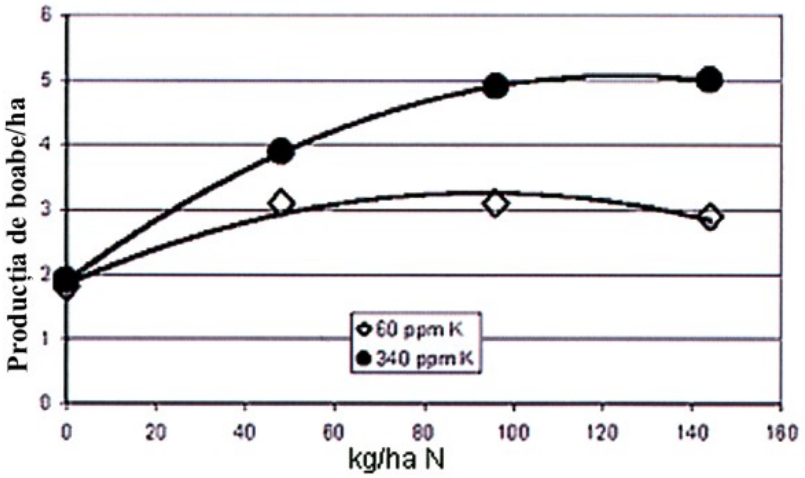


Figura 284. **Potasiul favorizează eficienţa azotului datorită sprijinirii reacţiilor de biosinteză la nivelul celulelor** (**Sursa:** UBC)

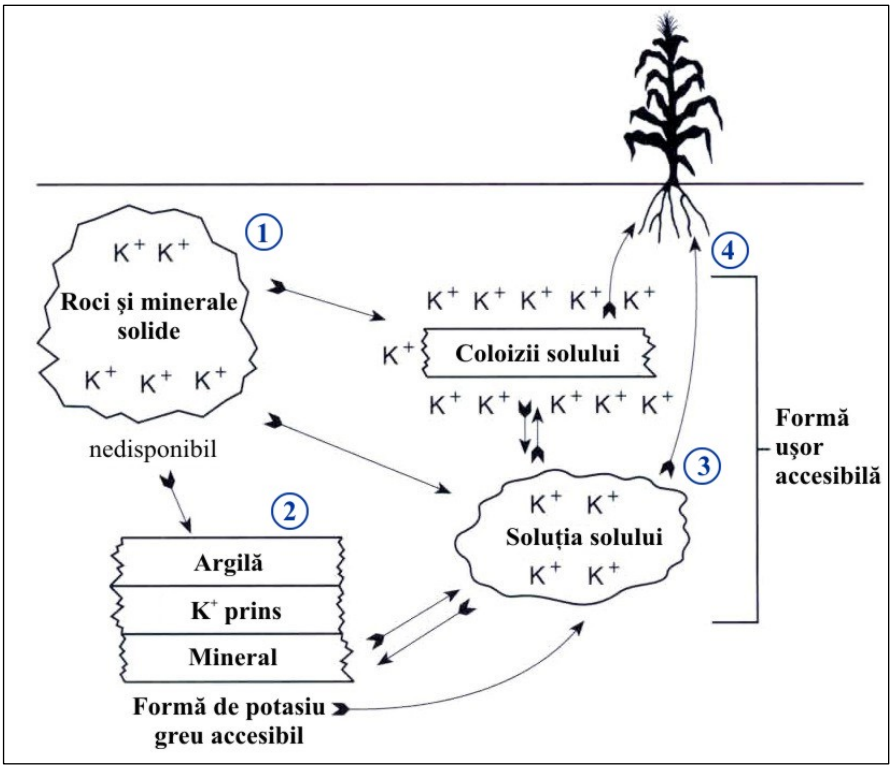


Figura 285. **Relaţia între diferite forme de potasiu (inaccesibil, greu accesibil şi uşor accesibil) în sistemul sol-plantă** (după Rehm şi Schmitt, 2002)

10.6.2. Potasiul greu accesibil

Existând în sol un complex argilo-mineralo-humic, această formă de potasiu este prinsă între lamelele mineralelor argiloase şi există autori care îl consideră ca o formă fixată. Sub această formă potasiul nu este prins în analize ca disponibil pentru plante. El se constituie însă într-un rezervor pentru formele de potasiu real disponibile. Cantitatea de potasiu de rezervă se corelează cu modelele de minerale argiloase care domină solul. Montmorilonitele domină în general solurile grele din spaţiul românesc ca şi din cel al Europei Centrale. Umiditatea solului joacă un rol important în mobilitatea potasiului, şi mai ales în scoaterea lui din capcana lamelelor argiloase. Trecerea potasiului în soluţia solului şi pe coloizii solului (3) se face prin schimb ionic, ionii OH^+ fiind aceia care înlocuiesc potasiul dintre lamele. O dată ajuns în soluţia solului potasiul este realmente accesibil plantelor şi poate fi preluat de rădăcini (4). În felul acesta se aprovizionează planta cu K^+ natural. În sistemele de producţie agricolă el poate fi preluat la nevoie şi din îngrăşăminte sau din inputurile generate de circuitul elementului (figura 286). O parte din potasiu poate ajunge în sol prin degradarea reziduurilor plantelor şi animalelor şi poate intra direct în nutriţie prin soluţia solului, sau în cazuri de management defectuos se poate lega între lamelele complexului mineral al solului.

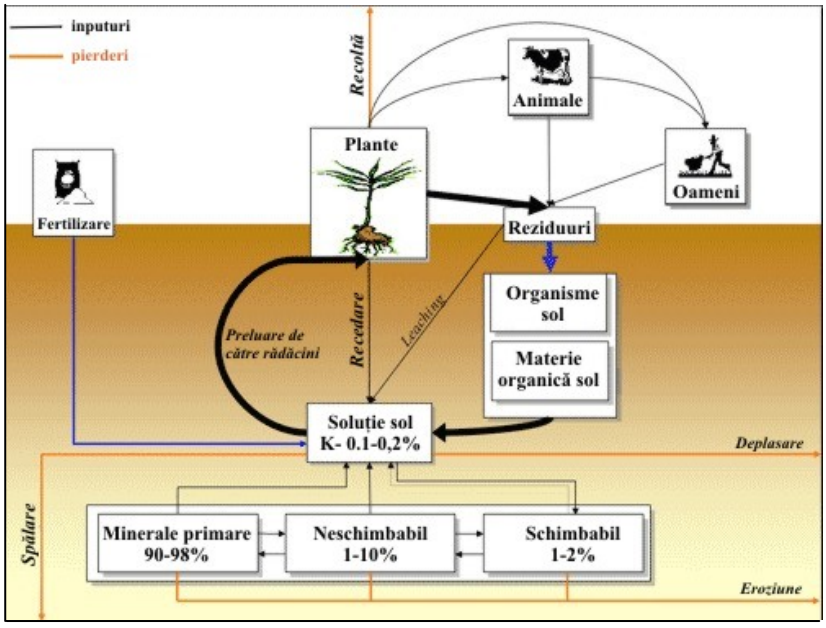


Figura 286. **Circuitul potasiului în sistemul agricol format din tandemul biomasă-biotop-sol**

În final, ca şi în cazul fosforului concentraţia soluţiei solului nu este mai mare de 0,1-0,2%. Majoritatea intrărilor în sistem vin din reciclarea reziduurilor provenite de la plante şi animale. Prin degradare de către microorganismele solului până la produse de echilibru final, potasiul ajunge în soluţia solului de unde este reluat de plante. În completare în soluţia solului apar ioni obţinuţi din degradarea biochimică sau chimică a mineralelor primare care vin în completarea deficitului reieşit din reciclarea organică. În acest ultim caz balanţa este negativă întotdeauna pentru că o parte din potasiu pleacă o dată cu recolta. Mobilizarea potasiului din minerale şi alte forme imobile se corelează cu structura de culturi dar şi cu spectru de microorganisme din sol. Unele dintre acestea precum *Bacillus subtilis circulans* şi *Bacilus polimyxa* deţin o activitate specifică de mobilizare a potasiului. În general solurile ecologizate cu o bună structură şi un raport corect apă/aer, cu multă materie organică echilibrat prezentă în sol şi cu o bună activitate biologică nu solicită îngrăşare antropică cu K decât pentru unele culturi specifice.

10.6.3. Clasificarea solurilor şi a plantelor după conţinutul în potasiu

Conform lui Rehm şi Schmidt (2002), în funcţie de conţinutul în potasiu solurile se împart astfel (tabelul 48):

Tabelul 48

Clasificarea solurilor în funcţie de cantitatea de potasiu din sol
(după Rehm şi Schmidt)

Categoria	Cantitate K (ppm)	Necesar de îngrăşăminte
foarte slab (A)	0 - 40	foarte mare
slab (B)	40 - 80	mare
mediu (C)	80 - 120	doză doar de întreţinere
mare (D)	120 - 160	îngrăşare redusă
foarte mare (E)	> 160	nu se aplică îngrăşăminte

Pentru clasa C (clasa de întreţinere) conţinutul de potasiu în cifre orientative şi exprimat în mg/100 g sol variază cu tipul textural de sol conform datelor din tabelul 49.

Tabelul 49

Valori orientative ale conținutului de potasiu pentru clasa C în funcție de textura solului (VDLUFA)

Clasa texturală	mg* K pentru 100 g sol	
	Soluri	Păşuni şi fâneţe
Soluri uşoare: 0 - 5% argilă foarte nisipoase	5 - 8	6 - 10
Soluri uşoare: 6 - 12% argilă	8 - 12	10 - 15
Soluri medii: 13 - 25% argilă	8 - 17	10 - 20
Soluri grele > 25% argilă	11 - 22	13 - 26

* Pentru a fi transformate în ppm se înmulțește cu cifra 10.

Tabelul 50

Clasificarea plantelor în funcție de cantitățile de potasiu (După IPNI)

Specia de plantă şi partea analizată	% K în ţesuturi masa uscată			
	deficit	mic	suficient	mare
Grâu tulpini	< 1,2	1,3 - 1,5	1,6 - 3,0	3,1 - 9,9
Grâu bob la umplere	< 1,4	1,5 - 1,9	2,0 - 2,4	2,5 - 3,5
Grâu recoltă	< 1,2	1,3 - 1,5	1,6 - 3,0	3,1 - 9,9
Lucernă	<1,7	1,8 - 2,4	2,5 - 3,8	3,9 - 4,7

Majoritatea cercetătorilor sunt de acord că la un conținut de potasiu la nivel suficient în plante, ceilalți factori de nutriție se pot manifesta în optim pentru realizarea nivelului programat al recoltei şi calității ei.

În tabelul 51 este prezentat conținutul de potasiu în lucernă, exprimat de asemenea în procente din materia uscată din care deducem următoarele:

Tabelul 51

Conținutul de potasiu din diferite părți ale lucernei

Porţiunea de plantă şi faza de creştere	K % în m.u.
Partea superioară a tulpinii	2
Tulpini la nivelul solului	Circa 6
Frunze	1,8 - 2,2
Rădăcini	1,1
Furaj uscat recoltat în fază de înflorire	1,8 - 2,5
Furaj top la înflorire anul 2	2,0 - 3,5

– Cea mai mare cantitate de potasiu se găseşte în lăstarii superiori ai plantei, acolo unde creşterile sunt cele mai intense.

– Conținutul de potasiu din frunze este relativ egal, indiferent de poziția frunzelor pe plante.

– Rădăcinile conțin cea mai mică cantitate de K.

– Fânul de lucernă conține 2,5% K. Calculat înseamnă 27-28 kg K_2O per tonă de masă uscată fân.

– Potasiul a fost al treilea mare element de nutriție din așa-numita îngrăşare de bază a culturilor.

În subcapitolele care urmează vom demonstra modalitățile alternative în care hrănim plantele cu N, P şi K, căci nu întotdeauna este necesar să băgăm mâna în portofel pentru a aplica solului întreaga cantitate de nutrienți de bază de care plantele au nevoie.

Prin sistemul de agricultură alternativă vom pune la dispoziție agricultorilor modele noi prin care aceştia pot să-şi hrănească plantele, modele împrumutate din natură şi pe care aceasta le utilizează în sistemele de nutriție din ecosistemele naturale.

Cu excepția carbonului care intră în proporția cea mai mare în substanțele organice care alcătuiesc biomasa, în rândul macroelementelor mai intră Ca, S, Mg, Na, Cl şi Si, despre care vom vorbi în continuare, iar principalele microelemente ale nutriției sunt următoarele: Fe, B, S, Cu, Zn, Ba, Ti, Li, I, Br, Ni, Mo, Va - Rb. Despre câteva dintre acestea, şi anume despre acelea care influențează cel mai mult suportul pentru o nutriție alternativă, vom vorbi în subcapitolele următoare.

10.7. CALCIUL, SOLUL ŞI PLANTELE

Dacă lăsăm solul şi aciditatea lui deoparte, şi luăm în seamă numai însuşirile de nutrient ale ionului de Ca^{2+} atunci putem considera că îndeplineşte următoarele funcţiuni:

1. Fiind component al pectatului de calciu, formează mijlocul pereţilor celulari. Tot pectatul de calciu, care se găseşte în toate legumele şi fructele ca şi în toate organismele începând cu procariotele (bacteriile) şi terminând cu cele mai dezvoltate eucariote (omul) în absolut toate cazurile el conservă pereţii celulelor într-o formă robustă şi rigidă. De la mere şi morcovi, până la sfeclă şi ceapă, pectatul de calciu este fitochimicalul esenţial în determinarea gustului care face atât de delicioase fructele şi legumele.
2. Calciul este un activator al unor enzime precum ATP - -azo, anumite kinase, fosfolipase, alfa-amilaze şi succinaţi.
3. Calciul ia parte la metabolismul lipidelor. Detalii asupra acestui aspect pot fi găsite în manualele de biochimie.
4. Este absolut necesar în managementul membranei celulare.
5. Este esenţial pentru controlul metabolismului substanţelor carbohidrate.
6. Joacă un anumit rol insuficient cunoscut în legarea acizilor nucleici şi proteinelor în cromozomi.
7. Contracarează toxicitatea altor ioni metale.

10.7.1. Ce se întâmplă în cazul deficienţei de calciu?

1. Se consideră că fragilitatea cromozomilor este generată în primul rând de deficienţa de calciu.
2. În dezvoltarea lor, rădăcinile devin translucide, iar creşterea apicolă este stopată, oprită.
3. Pe frunzele tinere apar şi îngălbeniri marginale în prima fază, apoi fenomenul avansează şi urmează necroza.
4. Florile şi fructele îşi grăbesc maturizarea şi cad devreme, prematur, calitatea fiind slabă.

10.7.2. Detalii asupra aprovizionării plantelor cu calciu, circuitul calciului

S-a arătat mai sus că ionul de Ca^{2+} este de neînlocuit atunci când discutăm despre formarea membranelor celulare. Una din funcţiile foarte importante ale acesteia este aceea de a crea legătura între pereţii celulelor,

menţinând structura intercelulară şi cimentându-le una de alta. Menţinerea scheletului plantelor într-o poziţie normală pare a fi un mecanism mecanic. El este legat însă de toate fenomenele fiziologice care conduc la o bună calitate a biomasei, pornind de la calitatea lăstarilor şi florilor, continuând cu a fructelor şi legumelor, şi finalizând cu produsele de depozitare îndelungată. Este demonstrat faptul că legumele şi fructele îşi dublează rezistenţa la depozitare, dacă nutriţia cu calciu a fost abundentă (Lacroix, 2008).

Conform lui Easterwood (2002), calciul o dată ajuns în ţesuturi prin intermediul celulei contribuie extrem de eficient la reducerea atacului unor boli, mai ales din categoria bacteriilor care altminteri nu pot fi combătute dacă se instalează. S-a demonstrat de către autorul mai sus citat că atât bacteriile cât şi unii fungi prin infectare invadează ţesuturile plantelor, produc anumite enzime care dizolvă lamela mijlocie. Enzimele responsabile de dizolvarea acesteia includ polyglacturonasele şi pectolicile, şi acţionează ca pectat-transeliminase.

Dacă activitatea polyglacturonasei este redusă, lucru care se întâmplă la o aprovizionare bună cu calciu, atunci pectat-transeliminasa se reduce la „0” şi specia bacteriană Ervinia nu mai poate activa (tabelul 52).

Tabelul 52

Influenţa conţinutului în calciu al ţesuturilor de fasole în blocarea speciei *Ervinia* (Easterwood, 2002)

Conţinut de Ca în ţesut	Activitate polyglacturonasică	Pectat-transeliminasa	Atac de *Ervinia**
0,68	62	7,2	4
1,60	48	4,5	4
3,40	21	0	0

* 4 = plante complet distruse în 6 zile.
0 = fără simptome.

Acelaşi autor, dar pe alte studii, demonstrează că prin aplicarea calciului ionic Ca^{2+} sub formă de azotat de Ca, se reduce semnificativ sau se elimină complet atacul de *Fusarium oxysporum* la tomate. Dacă tomatele nu au primit suficient calciu, ele au fost puternic infestate cu ciupercă parazită. Acelaşi calciu s-a dovedit eficient atunci când a fost preluat în cantităţi suficiente şi în combaterea lui *Phytium*, ca şi a putregaiului rădăcinilor gazonului sau a citricelor.

Dacă se compară cu eficienţa altor nutrienţi, constatăm că preluarea calciului în ţesuturi este superioară potasiului în reducerea infecţiei şi daunelor produse de ciuperca patogenă *Botrytis* la salata verde. Prin creşterea

procentului de potasiu de la 1,44 la 4,89, infecţia nu este în niciun fel redusă, în timp ce prin creşterea conţinutului în Ca al ţesuturilor plantei de la 0,18 la 1,06 infecţia cu *Botrytis* se reduce de 4 ori (tabelul 53).

Tabelul 53

Creşterea conţinutului de Ca în ţesuturile plantei de lăptucă (salata verde) reduce de 4 ori infecţia cu *Botrytis* (Easterwood, 2002)

% K	%Ca	% Mg	Infecţie cu *Botrytis**
1,44	1,06	0,32	4
2,38	0,58	0,41	7
3,42	0,22	0,47	13
4,89	0,18	0,42	15

* 0-5 = atac slab; 6-10 atac moderat; 11-15: atac puternic

Putem intui că sporirea aprovizionării cu calciu a merilor, perilor şi gutuilor ar putea conduce la reducerea semnificativă a atacului dezastruoas de *E. amylovora* în plantaţiile din România.

Un alt efect al nutriţiei cu calciu este acela al creşterii fertilizării cu azot. Dacă se aplică împreună cu calciu solubil ca fertilizant, se reduce foarte mult volatilizarea amoniului care se obţine prin reacţia biuret. Este vorba însă numai de Ca solubil căci celălalt sedimentează şi nu obţine reacţia dorită. Sursele de calciu sub formă de var, gips sau chiar cel schimbabil din sol nu pot reduce volatilizarea amoniului.

Experienţele recente făcute în câmp cu ureea + calcamoniu (calcium amoniu nitrat) efectuate la Universitatea de Stat din Kansas au fost efectuate pe porumb. Rezultatele arată că indiferent de sursa de azot, calciul mobil aplicat a obţinut cele mai mari recolte şi cea mai ridicată eficienţă a utilizării azotului în kg boabe/kg azot, şi anume:

24,6 kg grâu/1 kg azot (la 60 kg N/ha) cu Ca^{2+}

şi

17,2 kg grâu/1 kg azot (la 60 kg N/ha) fără Ca^{2+}

Diferenţa = 7,4 kg grâu/1 kg azot sinergism adus de calciul solubil aplicat cu ureea sau sub formă de azotat de calciu.

Explicaţiile date de diverşi cercetători, printre care îl recităm pe Lacroix (2002), susţin că ionul de calciu ajuns în plantă neutralizează anumiţi acizi, evitându-se în felul acesta fenomene de intoxicare a plantelor, şi de relansare a metabolismului prin folosirea fără pierderi a azotului.

În interiorul celulelor calciul se regăseşte în toate componentele acesteia, fiind produs de echilibru al citoplasmei, cloroplastelor şi mitocondriilor. Este bine de subliniat că păstrarea echilibrelor ca cele mai importante procese ale existenței dă calciului o mare importanță strategică în fiziologia vegetalelor.

10.7.3. Absorbţia şi transportul calciului în plante

Absorbția calciului este considerată ca fiind una pasivă (figura 288) şi aceasta pentru că intrarea ionului în plante este corelată cu cantitatea de apă absorbită şi are loc alături de alte elemente (figura 289). Ca de obicei, pătrunderea apei şi ionilor în rădăcină prin perişorul radicular se face datorită forței de sucțiune generată de transpirația plantei, iar deplasarea complexului apă → ioni are loc prin xilem de la perişorul radicular şi până la ultima terminație, foliară sau florală. Pentru ca acest transport să existe, evaporația la nivelul epidermei inferioare dezvoltă o forță de menținere de până la 30 atmosfere, adică o înălțime echivalentă cu un bloc de 7 etaje. Vaporii ies prin stomatele deschise dar ionii de calciu rămân în celule sau între celule, constituind materia primă de formare a țesuturilor mediene ale celulelor, ca şi cea de construcție a pigmenților clorofilieni.

(1)Specificitatea părții tinere (vârfului) perişorului radicular.

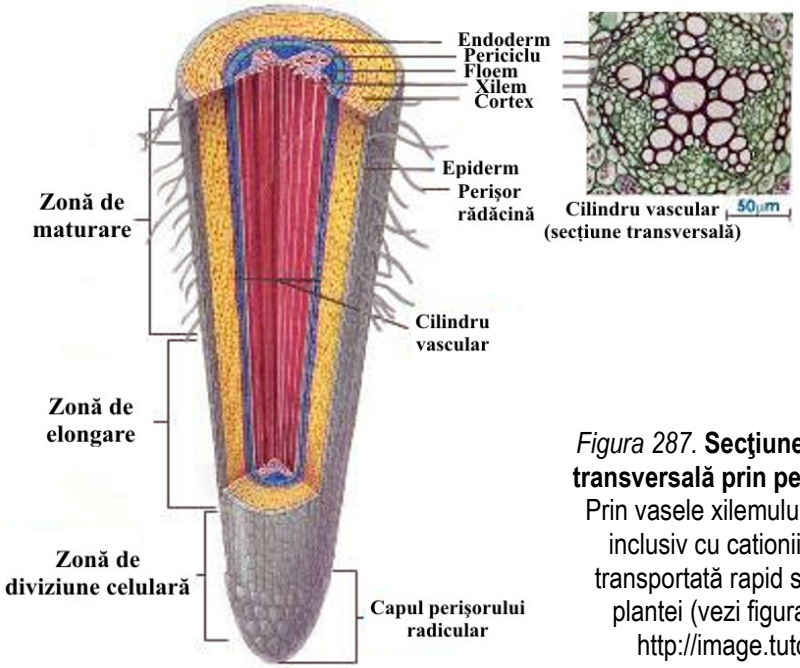


Figura 287. **Secţiune longitudinală şi transversală prin perişorul radicular.** Prin vasele xilemului apa impregnată inclusiv cu cationii de calciu este transportată rapid spre toate părţile plantei (vezi figura 289) (**Sursa:** http://image.tutorvista.com)

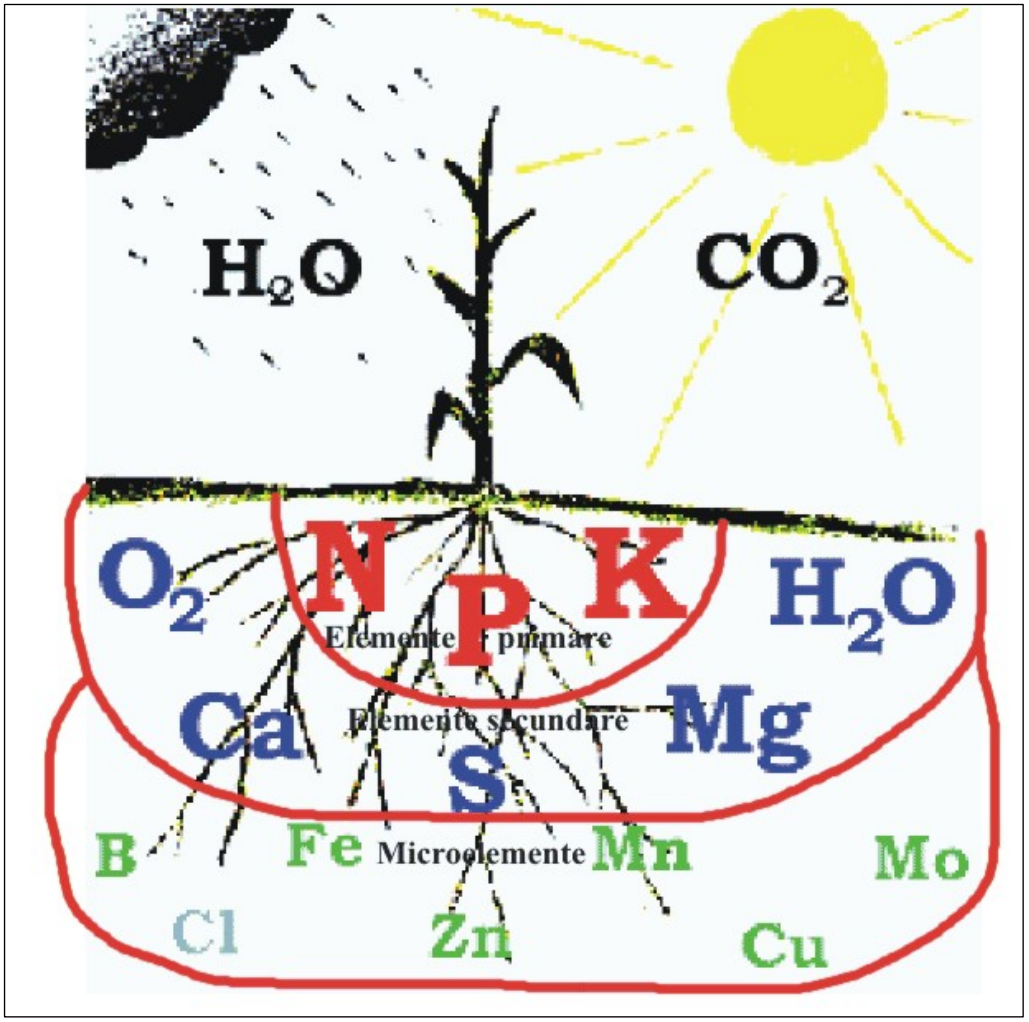


Figura 288. **Elementele minerale absorbite de către plante se fac dominant prin rădăcini; ele se împart în trei categorii, şi anume: elemente principale (roşu); elemente secundare (albastru); microelemente (verde)**
(Prelucrat după: www.topfit24.de)

Toți factorii care creează o alternativă acestei părți a rădăcinii împiedică absorbția de Ca^{+}.

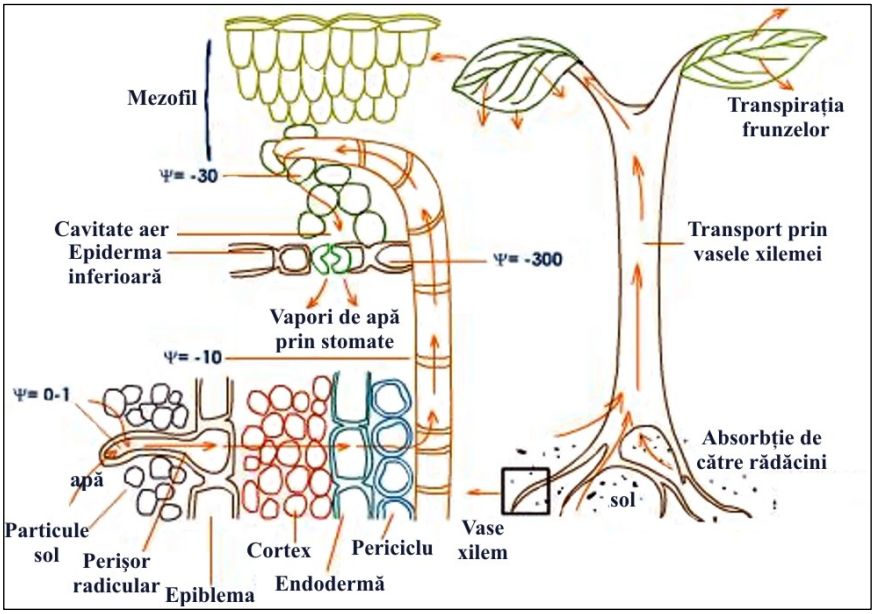


Figura 289. **Absorbţia şi transportul apei şi al ionilor în plante. ψ = forţa de absorbţie.** Se observă că la nivelul mezofilului se dezvoltă o forţă de absorbţie de până la 30 bar. Fără aceasta nu ar fi posibilă aprovizionarea cu cationi la locul de formare al celulelor. (**Sursa:** Tutorvista 2009)

(2)Absorbția calciului este de asemenea în corelație directă cu conținutul de apă al solului (figura 290).

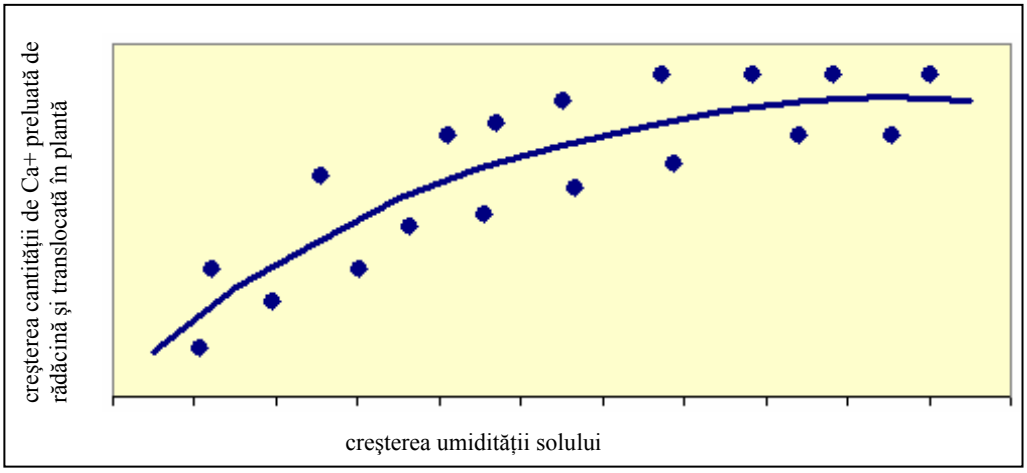


Figura 290. **Absorbția calciului în plantă creşte nelinear cu conținutul de apă, dar la o abundență a acestora în sol se plafonează la 80-90% din C** (viziune personală autor)

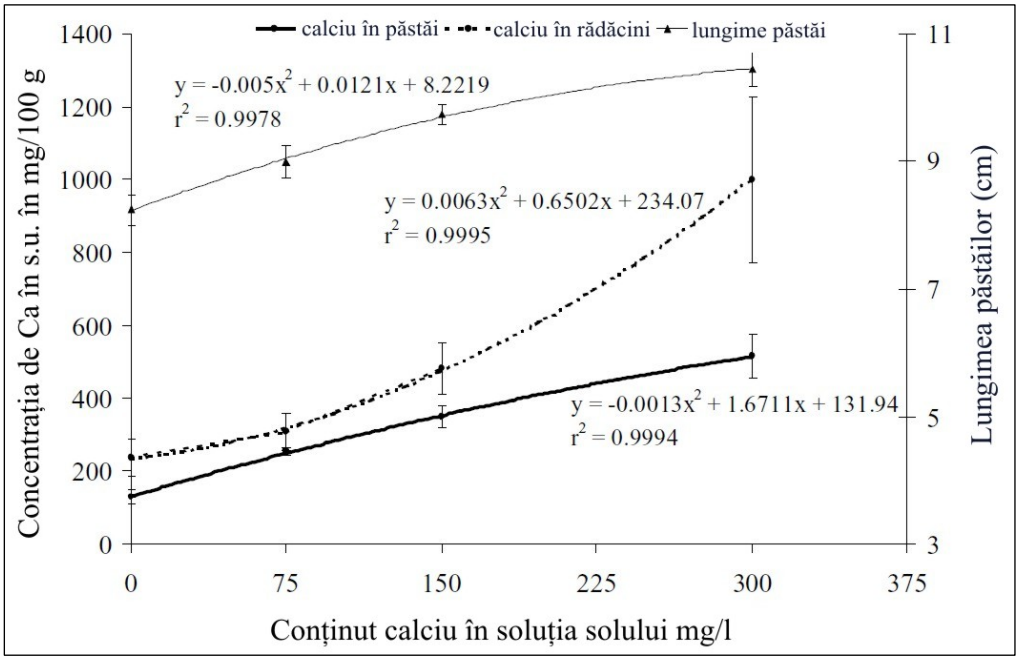


Figura 291. **Corelaţia dintre conţinutul de calciu din soluţia solului şi conţinutul acesteia din rădăcini şi păstăi ca şi din rădăcinile plantelor de fasole** (Fovaro P.S. şi colab.)

În figura 291 se prezintă relaţiile funcţionale dintre conţinutul de Ca^{+} din sol şi conţinutul aceluiaşi element din păstăile de fasole şi din rădăcinile aceleiaşi plante. Ambele corelaţii sunt pozitive dar conţinutul calciului din rădăcini creşte exponenţial cu cel din sol. Numai o parte se găseşte în păstăi, restul contribuind la dezvoltarea altor părţi ale plantelor. Foarte importantă este constatarea cercetătorilor brazilieni care demonstrează că păstăile obţinute sunt de o calitate cu atât mai bună cu cât este mai mare şi cantitatea de Ca absorbită. Cercetări similare au demonstrat că, mai ales la legume, fructe, cartofi, calciul poate fi considerat un „**element al calităţii şi conservabilităţii producţiilor agricole**”.

(3) Absorbţia calciului mai este influenţată şi de temperatura solului în zona rădăcinilor, însă pe un interval de la 4 - 25^{o}C şi o umiditate de 80-90% din IUA, până la 300 mg-350 mg/soluţie preluată. Calciul neionic este neabsorbabil, dar el trece în soluţia solului mai degrabă la temperaturi mai mici ale solului (10-15^{o}C) şi sub influenţa activităţilor microbiologice şi radiculare.

(4) Absorbţia radiculară a calciului se face sub formă de cationi Ca++ . Ca urmare, el intră în competiţie cu alţi cationi precum NH_4^{+} (amoniu), K^{+} (potasiu), Mg^{++} (magneziu) şi Na^{+} (sodiu). Prioritate la preluare prin absorbţie

se pare că au ionii monovalenți. Există însă şi un criteriu al priorităților de absorbție. Acesta dictează faptul că „dacă în plantă lipeşte un cation" planta va dezvolta sisteme fiziologice selective pentru ca acel element să aibă prioritate la preluare. Aceasta pentru că în lipsa carențială a unui element procesele fiziologice în plantă se diminuează de o manieră prin care devine neutilă prezența în exces a celorlalți cationi.

10.7.4. Ciclul calciului

Calciul se găseşte în natură geologic sub formă de carbonat de calciu, o formă care nu are nicio importanță pentru viața plantelor, căci în această formă inertă nu poate fi preluat de către plante. Calcitele şi aragonitele sunt compoziții chimice ce conțin $CaCO_3$ dar care au diverse structuri cristaline. Piatra de var este cunoscută şi sub denumirea de limestone, şi ea intră în circuit în mod natural prin transformarea ei la temperaturi înalte (1100°C în oxid de calciu [CaO]) cunoscut şi sub denumirea de var. În natură varul poate să apară sporadic şi în cantități mici, dar suficiente pentru aprovizionarea plantelor (figura 292).

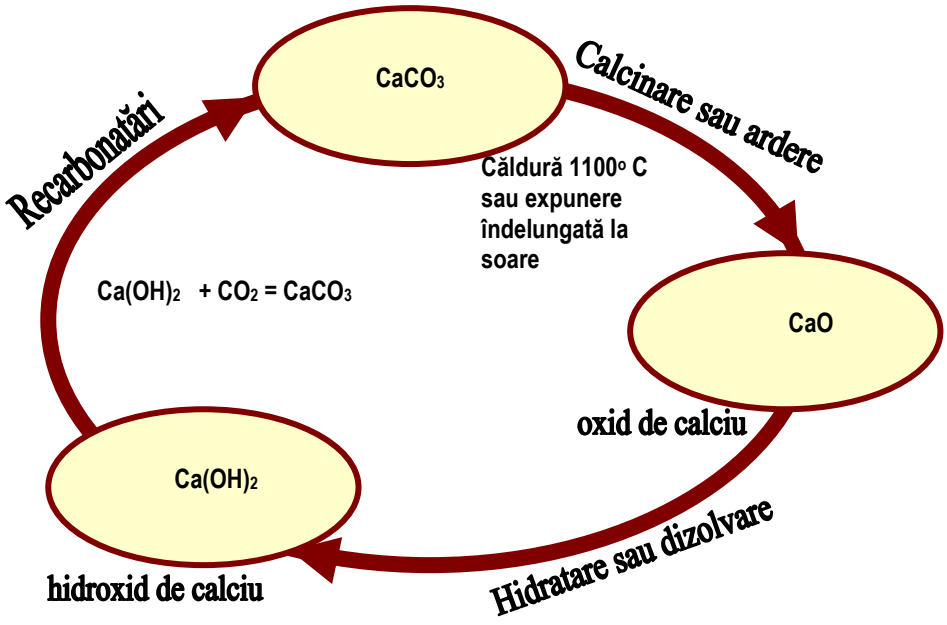


Figura 292. **Circuitul calciului în natură şi disponibilitatea lui pentru plante**

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + căldură$$

$$2\ Ca(OH)_2 \rightarrow 2Ca^{++} + 2H_2O + O_2$$

În prezența activității soluției solului şi a activității lui biologice, hidroxidul de calciu se desface în ioni de calciu, apă şi oxigen. Calciul din soluția solului poate fi preluat prin absorbție deodată cu alți cationi.

În condițiile mai ales ale lipsei de apă din sol, hidroxidul de calciu în prezența bioxidului de carbon prin aşa-numitul proces chimic de recalcifiere se retransformă în $CaCO_3$ şi devine inaccesibil. Relațiile calciului cu solul devin mult mai complexe şi interesante pentru solurile acide unde calciul nu este numai un nutrient ci şi un excelent ameliorator al acidității. În subcapitolul următor vom vorbi despre acest aspect.

10.7.5. Calciul şi reducerea acidității solului

Aciditatea solului. În pedologie se folosesc mai multe definiții. Noi putem defini însă termenul de aciditate ca o **„stare a solului de a se comporta ca un acid moderat, datorită eliberării în soluția solului a ionilor de hidrogen”**. Pe fond aciditatea reprezintă cantitatea totală de ioni de hidrogen existentă în această soluție la un moment dat, şi care poate fi atenuată cu o anumită cantitate de baze ce realizează schimbul cationic.

Aciditatea solului poate fi:

- Aciditate activă sau aciditatea curentă a soluției solului.
- Aciditatea de rezervă sau schimbabilă prin care ionii de hidrogen rămân legați de complexul argilei (figura 293).

Aciditatea solului se măsoară cu ajutorul unui indicator denumit pH (presiune de hidrogen) sau „pondus Hydrogenii”, denumire introdusă de omul de ştiință danez S.P.L. Sorensen încă din anul 1909. PH-ul măsoară concentrații mici ale ionilor de hidrogen şi a fost definit ca logaritmul zecimal ca semn schimbat al concentrației acestora adică:

$$pH = - \log_{10} a_{H+}$$

Există foarte multe metode de determinare a pH-ului, ținând cont şi de activitatea ionilor de hidrogen care guvernează reacțiile chimice şi biologice.

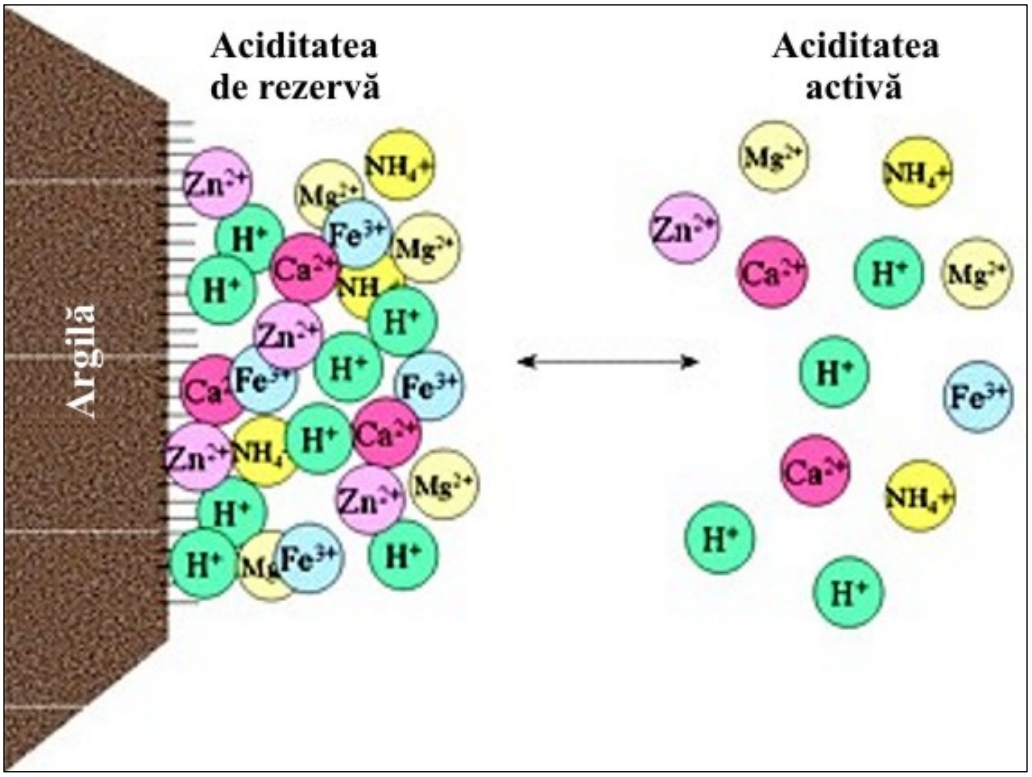


Figura 293. **Aciditatea de rezervă şi aciditatea activă. Ele reprezintă două surse de aciditate în echilibrare** (Prelucrare după Wartman şi colab.)

Acidifierea solului reprezintă atât un proces natural cât şi unul antropic. Procesul de acidifiere este prezent în special în ecosistemele naturale umede şi relativ reci unde procesul începe cu o colonizare a rocilor cu alge şi licheni. Acizii produşi mai ales în ciclurile carbonului şi azotului încep să dizolve rocile şi să formeze textural forma parentală a solului. În ecosistemele naturale treptat solurile primesc mai mult material acid în timp, astfel cele erodate vor avea cu mult mai multă aciditate decât cele tinere. În ecosistemele naturale cantitatea materialului organic oferit de plante şi sol atinge nivelul de echilibru. Ciclul intern al circuitului nutrienților, şi în special al azotului este bine controlat. Rezultă că pot fi posibile pierderi de azot ca nitrat, dar numai la un nivel foarte mic.

Pierderea nitraților este considerată a fi cauza majoră a acidifierii solurilor în toate ecosistemele. Astfel, în ecosistemele naturale intrările de materiale acide sunt aproape complet balansate de procesele de neutralizare

astfel încât solurile înseşi primesc un supliment de material acid numai peste multe mii de ani.

10.7.6. Acidifierea prin sistemele agricole

Cercetarea şi practica (mai ales) au demonstrat că rata acidifierii creşte (a crescut) atunci când teritoriul (ecosistemul) a evoluat spre agricultură. Inducerea acidifierii - ca formă distinctă faţă de acidifierea naturală - implică modificări ale ciclurilor de azot şi carbon, precum şi acumularea, diminuarea şi transportul acizilor şi bazelor (Helyar şi Porter, 1989). Inducerea aciditătii solurilor este generată de următoarele fenomene de sorginte antropică.

1. Levigarea nitraţilor solului: Nitraţii sunt foarte solubili în apă şi se deplasează în profunzime, înainte ca zona rădăcinilor să poată să-i preia, să-i absoarbă. Se cunoaşte că azotul în sol apare fie prin fixările biologice, fie prin aplicări tehnologice, ale azotului fixat industrial. Conversia biochimică a amoniului (din îngrăşămintele specifice în nitraţi produce aciditate (vezi caseta de mai jos):

FERTILIZANŢII CE CONŢIN MULT AMONIU

favorizează acidifierea solului.

- Bacteriile nitrificatoare (Nitrobacter) oxidează amoniul (NH_4^+) în nitrat (NO_3^-)
- Acesta produce doi ioni de hidrogen (H^+) conform reacţiei:

$$\mathbf{NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow 2H^+ + NO_3^- + H_2O + 2H^+}$$

Figura 294. **Procesul biochimic de bază care cauzează acidifierea solului în cazul aplicării îngrăşămintelor pe bază de amoniu.**

Ionii de hidrogen se adaugă soluţiei solului mărind presiunea de hidrogen (pH-ul), şi deci acidifierea.

Acţiuni simultane de acidifere sunt generate şi de alte forme de fertilizanţi cu azot cum ar fi amoniacul anhidru, ureea sau azotatul de amoniu (vezi tabelul 54).

Tabelul 54

Cantitatea de carbonat de calciu necesară a neutraliza aciditatea solului produsă de fertilizarea cu diferite forme de îngrăşăminte cu azot

(adaptat după Hylin şi colab., 1999)

Sursa de azot	Compoziţie N	Necesar kg $CaCO_3$ pentru 1 kg N
amoniac anhidru	82 - 0- 0	3,96
ureea	46 - 0 - 0	3,96
azotat de amoniu	34 - 0 - 0	3,96
sulfat de amoniu	21 - 00 - 24	11,88
monoamoniu fosfat	10 - 52 - 0	11,88
diamoniu fosfat	18 - 46 - 0	7,92
superfostat triplu	0 - 46 - 0	0,00

Şi mai multă aciditate per unitatea /N este produsă utilizând formulările azot /fosfor. În acest caz nu fosforul este de vină, ci numai un anumit sinergism al combinațiilor, căci îngrăşămintele cu fosfor care nu conțin azot nu acidifiază solul.

2. Fertilizanții cu sulf. Sulful este în sine un element acidifiant al solului (Wartman şi colab., 2009).

Pentru neutralizarea a **1 kg sulf ajuns în sol sunt necesari 3 kg $CaCO_3$**. Aceeaşi cantitate este necesară şi pentru neutralizarea a 1 kg sulf aplicat cu combinația fertilizantă, polisulfit de amoniu (S_2NH_4) (NH_4S_x).

Dacă se aplică 25 kg/ha anual sulf timp de 10 ani, fără a ține cont de sulful absorbit de către plante, necesarul de carbonat de calciu pentru menținerea inițială a pH-ului ajunge la 682 kg/ha. Acidifierea este neglijabilă în cazul aplicării sărurilor tip sulfați, cum ar fi sulfatul de calciu ($CaSO_2$) sau a thiosulfatului de amoniu. Preluarea de către plante a ionului sulfatic ($CaSO_2$) are un efect important al neutralizării acidității, aşa cum se observă în partea inferioară a figurii 295. Este de aşteptat ca acidifierea solului să fie cu atât mai mare cu cât preluarea ionului sulfat de către plante este mai mică.

Majoritatea solurilor din România sunt bine aprovizionate cu sulf, motiv pentru care aplicarea îngrăşămintelor netamponate cu sulf nu ar trebui să fie o regulă tehnologică.

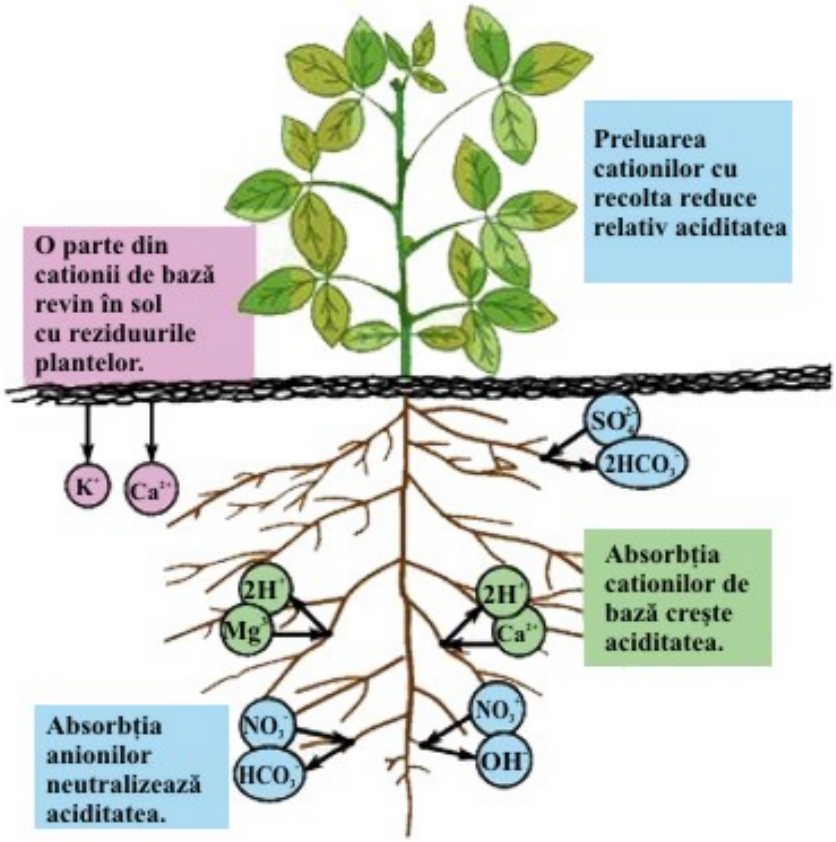


Figura 295. **Efectul absorbţiei de către plante a nutrienţilor şi revenirea lor în sol pe solurile acide** (prelucrare după Wartman şi colab, 2009)

Este de acum ştiut că ionul de Ca^{++} joacă un rol dublu în relația plantă – sol. Pe deoparte este nutrient pentru cultură iar pe de altă parte ameliorator, neutralizând aciditatea solului. Absorbția lor din sol măreşte conținutul de H^+ şi OH^-, elemente acidificatoare. Însă prin absorbția unor anioni precum $H^+O_2^-$, HCO_3^-, aciditatea solului va descreşte, iar nevoile de neutralizare vor scădea.

10.7.7. Rolul fertilizanţilor organici

Aplicarea gunoiului provenit de la animale poate să crească sau să descrească aciditatea solului (Wartmann şi colab., 2009). În spațiul românesc îngrăşămintele organice au fost în general considerate ca substituind uneori parțial chiar şi amendamentele cu Ca. Această afirmație a fost făcută de Berca M. (2008). În cea mai mare parte lucrurile sunt reale din următoarele motive:

– În spaţiul european şi internaţional îngrăşămintele organice sunt mult mai diversificate. Procesele de descompunere şi recompunere biochimică ce se desfăşoară în materia organică ce conduce la formarea gunoiului clasic conduc, în funcţie de elementele de bază şi la apariţia unor acizi organici sau anorganici care pot conduce la rândul lor la creşterea acidităţii.

În alte condiţii gunoiul conţine frecvent suficienţi cationi bazici, ioni de carbon care să poată neutraliza efectul de acidifiere adus de elementele nutritive, precum şi o parte din aciditatea existentă deja în sol. O simplă analiză a mostrelor prelevate din gunoi ne poate conduce la valorile cantităţilor de carbonat de calciu necesar pentru tamponarea acidităţii.

În baza celor analizate până în acest punct putem elabora în figura 296 o schemă simplificată a fenomenului acidifierii solului ca şi a managementului necesar controlului acidifierii.

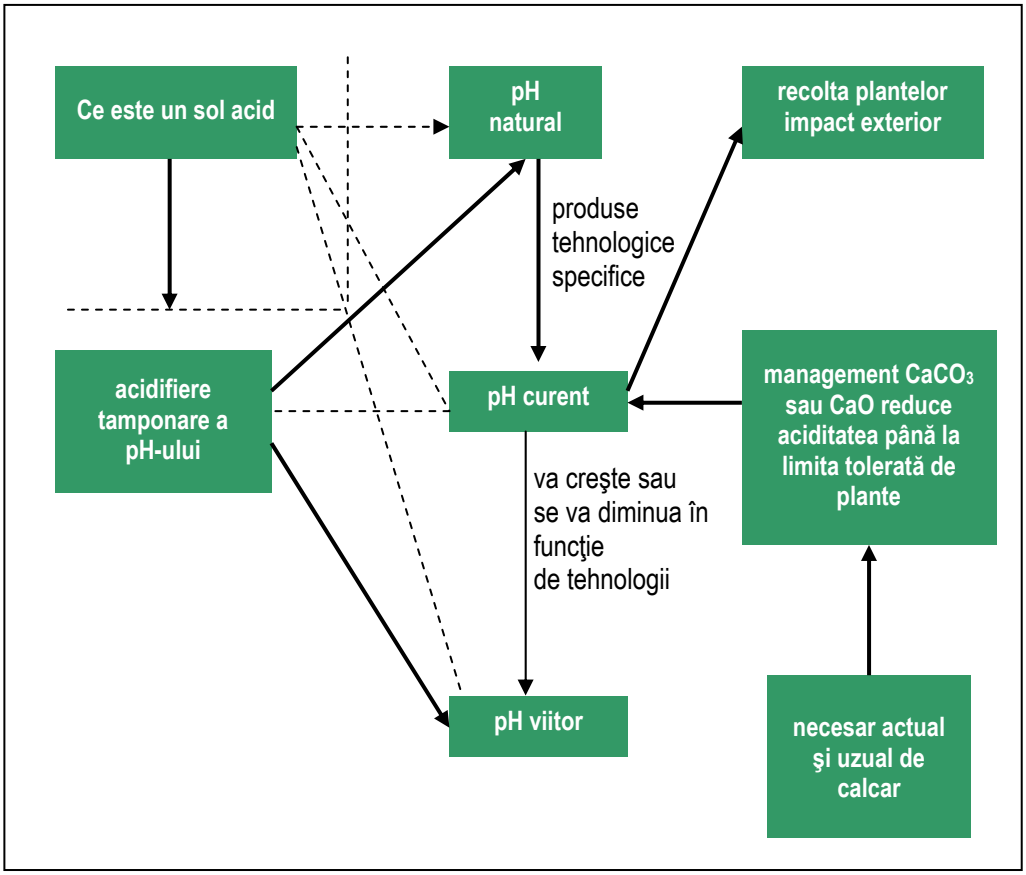


Figura 296. **Procesul de acidifiere a solurilor şi managementul controlului ei**
(Prelucrare după datele guvernului australian)

În concluzie putem spune că un sol acid este un sol bolnav. Îmbolnăvirea poate să fie naturală, dar cu siguranţă sistemele agricole, tehnologia practicată şi în mod deosebit îngrăşămintele cu azot şi sulf contribuie fundamental la creşterea acesteia.

- O parte din aciditate (neesenţială) este exportată cu recolta. Ea depinde de cantitatea de azot ce a fost scoasă.

- Sigura soluţie managerială larg utilizată a fost aceea a folosirii varului sau a carbonatului de calciu pentru neutralizarea ionilor de hidrogen şi de Al^{++}, toxici pentru plante. Mai există însă şi altele.

- În funcţie de tehnologiile care se aplică, aciditatea solului va creşte sau va scădea în viitor. Modelele naturale de tehnologii pe care le-am prezentat şi le prezentăm în continuare reduc aciditatea spre cea a modelului natural din zonă.

10.8. CREŞTEREA PLANTELOR ÎN RELAŢIA CATIONI BAZICI

Creşterea plantelor în solurile acide este rezutlatul schimbului cationilor bazici, precum calciu, magneziu şi potasiu între sol şi hidrogenul de la nivelul rădăcinilor (figura 295). Rezultatul sau dimensiunile acidifierii ţin deci de deficitul de cationi bazici, care o dată preluaţi de către plante nu sunt returnaţi decât parţial solului. Această balanţă este însă greu de efectuat.

Absorbţia anionilor şi îndeosebi a nitraţilor şi sulfatului de către plante relansează OH^- sau $HCO3^-$ în sol şi neutralizează parţial aciditatea produsă de către procesul de nitrificare şi absorbţie de cationi. Dacă plantele absorb mai mulţi anioni decât cationi, aciditatea solului va fi redusă. Raportul cationi de bază/azot în producţia recoltată în mod uzual determină rata acidifierii asociată culturii respective. Acest aspect neglijat iniţial de cercetarea românească se dovedeşte azi extrem de util în elaborarea noilor măsuri de corecţie, ţinând cont şi de costurile implicate:

Dacă raportul baze/azot este mai mic decât 1, atunci acidifierea solului determinată de ridicarea recoltei este redusă şi ar putea fi neglijată pentru o scurtă perioadă de timp. Dacă însă acest raport se apropie de 1 sau este mai mare decât 1 (cazul lucernei, tabelul 55) atunci acidifierea necesită corecţii rapide. Lucerna, în ciuda însuşirilor ei foarte valoroase, acidifică solurile. Din acest motiv cultivarea ei se recomandă a se face pe soluri bogate în calciu, cu o mare putere de tamponare.

Tabelul 55

Raportul între cationii bazici şi azot existent în producţia diferitelor producţii recoltate şi cantitatea de calcar necesară înlocuirii bazelor extrase cu recolta

(după Wartmann şi colab.)

Cultura	Raport baze/N în plante	Necesar de calciu pentru înlocuirea bazelor extrase kg $CaCO_3$/100 kg N preluat de cultură
Porumb boabe	0,14	25
Porumb planta întreagă (siloz)	0,73	131
Soia	0,14	25
Ovăz boabe	0,14	25
Ovăz pentru întreaga masă verde (siloz)	0,94	169
Lucernă	1,41	254

Dacă ne referim la producţia recoltată, conform aceloraşi autori suntem obligaţi să recedăm solului următoarele cantităţi de echivalent Ca:

Tabelul 56

Cantitatea de calcar necesar neutralizării bazelor alcaline scoase prin producţie

(Ministerul australian al agriculturii)

Produs	Recoltă	$CaCO_3$ reciclabil
grâu	2 t/ha	18 kg/ha
lupin	2 t/ha	40 kg/ha
fân graminaee	5 t/ha	125 kg/ha
fân trifoi	5 t/ha	200 kg/ha
fân lucernă	5 t/ha	350 kg/ha
lână*	5 kg oaie	0,07 kg/oaie
carne*	1 oaie (berbec)	0,02 kg/berbec
lapte*	1000 l	4 kg/1000 litri

* Calcul efectuat ca urmare a consumului pe păşuni şi pajişti.

10.9. MĂSURAREA ACIDITĂŢII SOLULUI

În general, aşa cum s-a prezentat mai sus, aciditatea solului se măsoară cu indicatorul pH, o scară logaritmică a concentraţiei ionilor de hidrogen, care

în viziunea diferiților autori au un domeniu de manifestare de 14 gradații (vezi tabelul 48 – după Staff. Jeec.net).

Apa distilată, apa pură are întotdeauna pH = 7. O serie întreagă de lichide care vizează metabolismul nostru sunt extrem de acide. Chiar şi apa recomandată ca potabilă este acidă pH = 5; iar principalele sucuri pe care le consumăm (portocale, grapefruit, tomate) sunt de asemenea acide.

În viziunea altor autori scala aciditații se extinde de la - 5 la + 14 (figura 297). Există, firește, aciditați mai mari, ca de altminteri şi alcalinitați mai mari care nu se măsoară neapărat prin indicatorul pH.

Revenind la sol, majoritatea autorilor consideră că cele mai multe culturi preferă solurile uşor acide (pH = 6 - 6,5). Solurile considerate neutre se învârt în jurul valorii de pH = 7 ± 0,5 (figura 298).

Când vorbim de pH, să nu uităm că în majoritatea țărilor lumii acesta poate fi măsurat fie în apă (pH_{H2O} sau pH_w - în engleză) fie în soluție de 0,01 mol clorură de calciu (pH_{CaCl}). În acest din urmă caz cifrele măsurate sunt cu (0,8-0,9) unități pH mai mici decât în cazul măsurărilor în apă. Măsurătorile în apă sunt considerate mai stabile (SUA, Australia, Brazilia, Canada, numeroase țări europene, inclusiv România) deşi există numeroase țări care preferă determinarea în clorură de calciu.

Marile țări agricole consideră că solurile pot fi considerate acide sub cifra de 5,5. Specialiştii americani şi australieni consideră ca cea mai potrivită următoarea clasificare:

- soluri acide: pH < 5,5
- soluri moderat acide pH = 4,8 - 5,5
- soluri foarte acide pH = 4,3 - 4,8
- soluri extrem de acide pH < 4,3.

Tabelul 57

Concentrația ionilor de hidrogen şi valorile pH comparativ cu apa distilată

(Sursa: www.staff.jccc.net)

Concentrația ionilor de hidrogen comparativ cu apa distilată		Exemple de soluții şi valori pH
10,000,000	pH= 0	Acid pentru baterii, acid hidrofluoric concentrat
1,000,000	pH= 1	Acid clorhidric secretat de mucoasa stomacului
100,000	pH= 2	Suc de lămâie, acid gastric, oțet
10,000	pH= 3	Suc de grapefruit, suc de portocale, băuturi carbogazoase
1,000	pH= 4	Ploaie acidă Suc de tomate
100	pH= 5	Apă potabilă cafea neagră
10	pH= 6	Urină Salivă
1	pH= 7	Apă "pură"
1/10	pH= 8	Apă de mare
1/100	pH= 9	Bicarbonat de sodiu
1/1,000	pH= 10	Lac sărat Lapte de magneziu
1/10,000	pH= 11	Soluție amoniac
1/100,000	pH= 12	Amestec apă + săpun
1/1,000,000	pH= 13	Decoloranți rezistenți la căldură
1/10,000,000	pH= 14	Lichide speciale de drenare

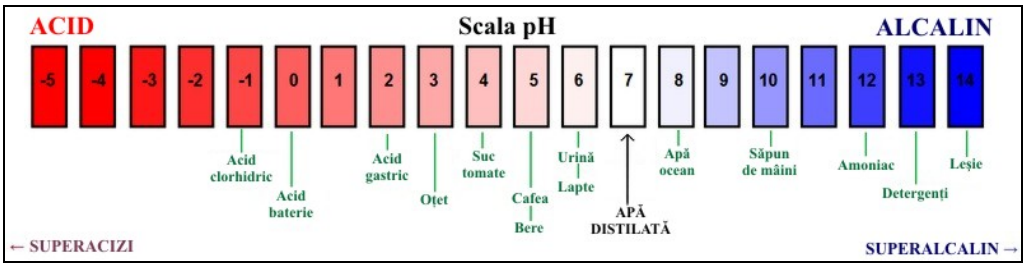


Figura 297. **Scala pH şi exemple de lichide care se încadrează în diferiţi parametri** (**Sursa:** www.wikimedia.org)

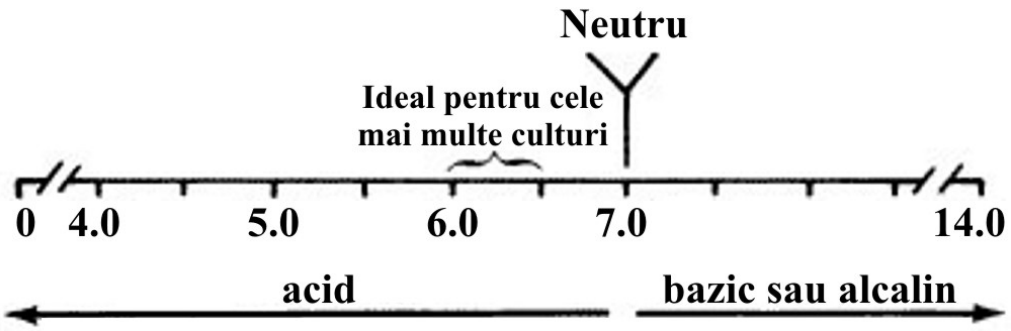


Figura 298. **Solurile, aciditatea şi culturile**

După Mitchell C.C., profesor la Universitatea Auburn, solurile, în funcție de aciditate, se clasifică astfel:

Tabelul 58

Clasificarea acidității solurilor după Mitchell C.C. (2009)

pH în soluţie	activitatea ionilor de hidrogen g/litru
9 = foarte alcalin	10^{-9} (0,000000001)
8 = alcalin	10^{-8} (0,00000001)
7 = NEUTRU (apă distilată)	10^{-7} (0,0000001)
6 = = slab acid	10^{-6} (0,000001)
5 = foarte acid	10^{-5} (0,00001)
4 = aciditate extremă	10^{-4} (0,0001)

Pentru spațiul românesc, clasele de reacție a solurilor pentru studii agrichimice în funcție de pH_{H2O} şi pH_{KCl} sunt prezentate în tabelul 59.

Tabelul 59

Clase de reacţie a solului, pentru studii agrochimice, în funcţie de pH_{H2O} şi de pH_{KCl} 0,1 M

(Berca M., 2008)

pH_{H2O}	Reacţia solului	pH_{KCl}	Reacţia
≤3,5	extrem acidă	≤ 4,2	puternic acidă
3,6-4,3	foarte puternic acidă		
4,4-5	puternic acidă		
5,1-5,8	moderat acidă	4,3-5	moderat acidă
5,9-6,8	slab acidă	5,1-6	slab acidă
6,9-7,2	neutră	6,1-6,5	neutră
7,3-8,4	slab alcalină	≥6,6	alcalină
8,5-9,0	moderat alcalină		
9,1-9,4	puternic alcalină		
9,5-10	foarte puternic alcalină		
≥10	extrem alcalină		

S-ar putea afirma totuşi că nu sunt diferenţieri semnificative între clasificările diferiţilor autori. Ele totuşi există şi de cele mai multe ori măsurile specifice de corecţie a acidităţii sunt diferite de la o ţară la alta, aşa cum se va vedea într-un capitol viitor.

10.9.1. Efecte ale aciditătii solului

Putem distinge două categorii de efecte ale acidităţii solului:

1. Efecte ale acidităţii asupra propriei dezvoltări a solului. Ne referim aici la disponibilitatea elementelor nutritive, dezvoltarea biologică şi ecologică, probleme legate de dezvoltarea materiei organice şi derularea circuitelor, accesibilitatea apei etc.

2. Efecte ale acidităţii solului asupra culturilor agricole, cu privire directă asupra nivelului şi calităţii recoltelor agricole.

10.9.1.1 Efectele acidităţii asupra dezvoltării solului

În cazul ecosistemelor naturale, echilibrele sistemului sol-plantă sunt date de istoricul formării ecosistemului, în care concentraţia în ioni de hidrogen s-a corelat întotdeauna cu biosul zonei. S-au dezvoltat acolo plante tolerante şi adaptate care formează soluri relativ bine echipate cu microorganisme sau în condiţiile apei în exces se formează mlaştini şi turbării acide extrem de utile.

În cazul solurilor cultivate cu culturi diferite e bine să ştim că majoritatea plantelor cultivate nu pot suporta un pH sub 4,3-4,5. În egală

măsură, aşa cum am afirmat, mai toate solurile devin din ce în ce mai acide pe măsură ce inputurile cu azot sunt mai mari şi corelate cu o cantitate sporită de azot şi alte baze preluate o dată cu recolta.

Cercetările efectuate de Nytsanga şi colab. (1973) au demonstrat că lucerna cultivată pe soluri cu un echilibru instabil al bazelor în sol îşi aduce o contribuţie esenţială la acidifierea solului. Acelaşi autor, cât şi Wartmann (2009) susţin că fixarea simbiotică pe aceleaşi tipuri de sol conduce la acidifiere, care, la rândul ei blochează fixarea, dezvoltă în sol substanţe toxice şi cultura piere. Cultivarea în laborator a lucernei din soiul Vernol sau a soiei a făcut ca după 167 zile la lucernă şi după 73 zile la soia valoarea pH-ului să scadă cu 1 unitate pH, necesitând un adaos de 2000 ppm $CaCO_3$ pentru readucerea solului la nivelul dinaintea începerii experienţei (Nyatsanga T., 1973).

Aciditatea (mai ales cea provocată antropic) reduce semnificativ activitatea biologică a solului şi împiedică fenomenele de degradare şi recombinare, reconstrucţie a humusului. Conform Biomassters. Inc. (1999) care citează Agricultural Laboratories Handbook, activitatea optimă a peste 85% din speciile existente în soluri se desfăşoară la un pH între 5,5 şi 7,5 (figura 299).

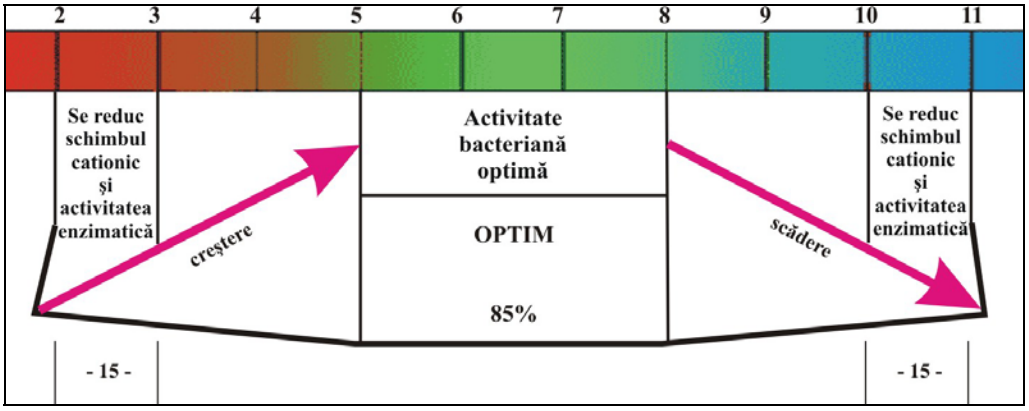


Figura 299. **Relaţia dintre indicele pH şi activitatea bacteriilor şi enzimelor din sol** (original)

Căutând un sistem bioindicator care să exprime relaţia între aciditatea solului şi unele specii de artropode, Van Straalen (1997) constată că majoritatea speciilor nu suportă solurile acide şi că valoarea optimă acceptată de acestea este între 6 şi 7. Au existat unele specii precum *Northrus silvestris, Rhysotritia duplicata* şi *Odontocepheus elongatus* care nu au reacţionat la variaţia pH-ului pe intervalul 2-9. Cele mai multe colembole ca şi isopode preferă un mediu subneutru (pH între 5,6 şi 6,1).

Activitatea bacteriilor din genul *Rhizobium* se micşorează la reacţii între pH 5,4-6 şi încetează complet la un pH sub 5 (Wood şi colab., 1983). Activitatea de formare a nodozităţilor este puternic influenţată de aciditate (tabelul 60), existând o corelaţie între creşterea valorilor pH şi cantitatea de noduli formaţi.

Tabelul 60

Creşterea pH-ului conduce la creşterea activităţii speciei de *Rhizobium* la soia (Soil Acidity and Linung + Internet Inservice Training)

pH	Nr. nodozităţi	%
4,7	21	27
5,0	64	83
6,0	77	100

Cea mai mare scădere a formării nodozităţilor este la pH = 4,7, variantă în care fixarea azotului a fost de 3,7 ori mai mică decât între pH = 7 şi pH = 5, activitatea speciei *Rhizobium* este redusă de numai 1,2 ori. Activitatea de nitrificare este redusă până la anulare în condiţii de pH < 4,0 şi este de asemenea anulată la pH > 9 (figura 300).

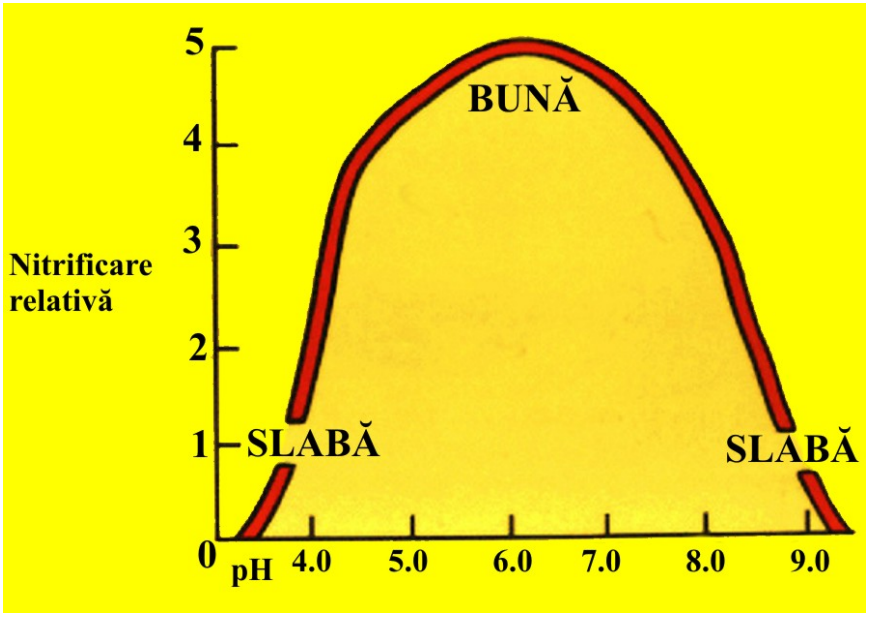


Figura 300. **Corelaţia între pH-ul solului şi nitrificare în Missourri** (autor ca mai sus). Cel mai bun proces de nitrificare cu cea mai mare activitate biologică şi enzimatică se situează între pH = 5 - 7. În afara acestui interval nitrificarea scade semnificativ.

Există însă şi bacterii mai adaptate solurilor acide de munte cum sunt *Rhizobium trifolii*. Nici acesta nu suportă aciditate sub 4,5. Ele nu se mai înmulţesc şi nu mai creează infecţii. În solurile foarte acide rar se găsesc râme şi alte animale mari care trăiesc în sol, cu excepţia unora specifice, dar reduse la număr.

10.9.1.2. Efecte ale acidităţii solurilor asupra culturilor

Asupra acestor informaţii ştiinţifice dar şi extrem de practice s-a îndreptat atenţia a foarte mulţi cercetători.

Primul efect asupra plantelor determinat de aciditate este acela al blocării accesului spre rădăcini al principalelor elemente nutritive. Se observă din figura 301 că, cu excepţia unor microelemente precum fier, mangan, bor, cupru şi zinc, practic sub pH = 5 cantităţile de nutrienţi preluaţi sunt extrem de reduse, mai ales la elementele care constituie nutriţia de bază (azot, fosfor, potasiu, sulf, calciu).

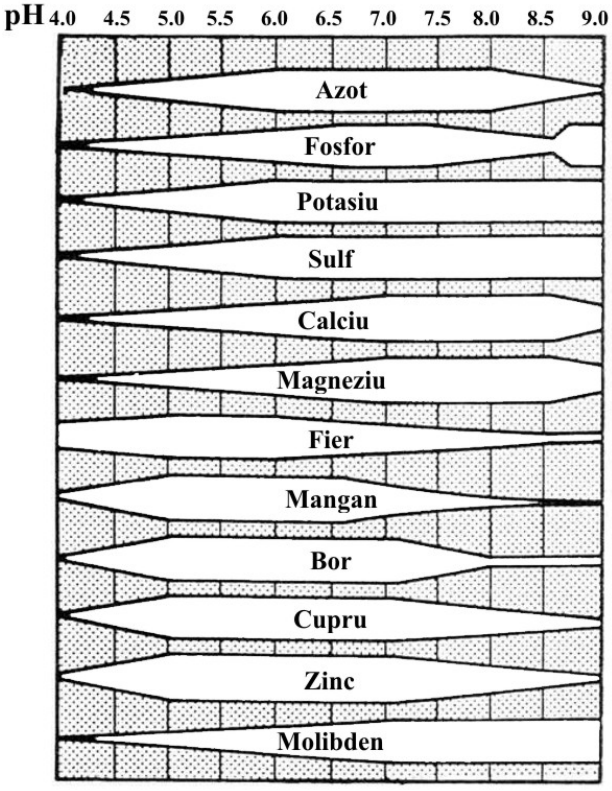


Figura 301. **Relaţia dintre pH şi preluarea principalelor elemente nutritive din sol** (**Sursa:** Berca M., 2008)

O cercetare efectuată în 2001 de Germun T. şi Olson T. (2001) demonstrează că absorbția a 55 elemente nutriționale la pH sub 4,5 nu se poate efectua fără adăugarea de amendament cu calcar şi aducerea pH la valoarea 5,2. Lucrându-se cu o plantă comună *Agrostis capillaris* pe intervalul pH = 5,2 - 7,8 absorbția a fost uşor curbolineară şi s-a manifestat cu aceeaşi forță atât în soluția solului cât şi în diferite părți ale plantei.

Disponibilizarea nutrienților solului se face numai prin reducerea acidității solului, folosirea îngrăşămintelor organice şi refacerea biologică respectiv a ecologiei solului care reface relațiile dintre plante şi sol.

Principalii factori care limitează creşterea plantelor, inclusiv a rădăcinilor pe solurile acide sunt cationii H^+, Al^{3+} şi $AlOH^{2+}$. Concentrarea acestora la un pH < 5 în soluția solului concentrează în rădăcină cationii mai sus prezentați, producând desorbția altor cationi utili precum Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+ etc., şi precipitarea fosforului sub formă de fosfați de aluminiu la suprafața rădăcinii.

Dezvoltarea rădăcinilor de grâu în soluri acide neameliorate este de 3-4 ori mai mică decât în solurile normale. Grâul preferă o aciditate de 6 - 6,5 pH.

Activitatea slabă a microorganismelor şi lipsa cationilor schimbabili conduc la dispersarea structurii, la distrugerea arhitecturii, la facilitarea fenomenului de tasare şi compactare, la creşterea costurilor cu lucrările solului pe fondul unor producții cantitativ şi calitativ reduse.

10.9.1.3. Toleranța culturilor față de aciditate

S-a afirmat mai sus că spectrul acidității solurilor în România şi în lume este extrem de mare şi, ca atare, în funcție de condițiile date s-au format ecosisteme naturale specifice care cuprind în biosul lor specii ce preferă indicatori pH diferiți şi specifici. Poate impropriu, asemenea indicatori sunt denumiți „cerințe ale plantelor față de reacția solului" (Berca M., 2008).

Cred că nu este tocmai corect spus, şi mai degrabă putem vorbi de o adaptare istorico-evolutivă a diferitelor culturi la condițiile lor naturale disponibile, acidifierea periculoasă a solurilor, fiind o consecință a îngrăşămintelor masive cu azot şi sulf aplicate în epoca industrializării şi îndeosebi în anii ′60-90 ai secolului trecut când s-a pierdut şi cea mai mare cantitate de humus a solurilor lumii. O asemenea clasificare a culturilor pentru teritoriul României este prezentată în tabelul 61 (Berca M., 2008).

Tabelul 61

Cerinţele plantelor faţă de reacţia solului

Plantele	Limitele pH în care plantele cresc şi se dezvoltă cel mai bine	Plantele	Limitele pH în care plantele cresc şi se dezvoltă cel mai bine
I. Plante de câmp şi furajere			
Tolerante la aciditate, pH 4-6			
Festuca ovina	4,5-6,0	Orez	5,0-6,0
Festuca pratensis	4,5-7,0	Seradela	5,0-6,0
Agrostis	5,0-6,0	Secară	5,0-6,0
Cartof	5,0-6,0	Festuca rubra	5,5-6,5
Lupin galben	5,0-6,0	Arahide	5,5
Ovăz	5,0-6,0		
Mijlociu tolerante (mezofile) la aciditate, preferă un pH între 5 şi 7			
Hrişcă	5,5-5,7	Cânepă	6,0-7,0
Grâu	5,5-5,7	Dactylis	6,0-7,0
Porumb	5,5-5,7	Lolium	6,0-7,0
Tutun	5,5-5,7	Lupin dulce	6,0-7,0
Sorg	5,5-5,7	Phalaris	6,0-7,0
Timoftică	5,5-8,0	Mazăre	6,0-7,0
In pentru fuior	6,0-6,5	Fasole	6,0-7,0
Rapiţă	5,8-6,7	Trifoi	6,0-7,0
Tolerante în alcalinitate, preferă un pH între 6 şi 8			
Alopecurus	6,0-7,5	Orz	6,5-8,0
Poa (firuţa)	6,0-7,5	Vicia (măzărichea)	6,5-8,0
Floarea-soarelui	6,0-7,5	Sfecla de masă	7,0-7,5
Muştar	6,0-7,5	Sfecla de zahăr	7,0-7,5
In pentru ulei	6,0-8,0	Rapiţa	7,0-8,0
Bromus	6,0-8,0	Sfecla furajeră	7,0-8,0
Lucernă	6,5-7,5		

Numai un număr relativ redus de culturi importante economic acceptă o creştere şi dezvoltare la pH 5-6 şi ele au fost denumite „tolerante la aciditate”. Cele mai importante sunt: cartoful, lupinul, ovăzul, secara, arahidele şi numeroase specii furajere graminaee care în mod natural populează pajiştile şi păşunile din zonele de munte. În grupa mijlociu tolerante întâlnim principalele cereale şi plante tehnice prezente şi în România (grâu, porumb, sorg, mazăre, fasole, trifoi, sorg, plante textile şi uleioase etc.).

Grupa 3 cuprinde de asemenea culturi economice valoroase dar care sunt considerate uşor tolerante la alcalinitate. Între ele enumerăm floarea-soarelui, muştarul, plantele uleioase tehnice (inul şi camelina, rapiţa, sfecla de toate categoriile etc.).

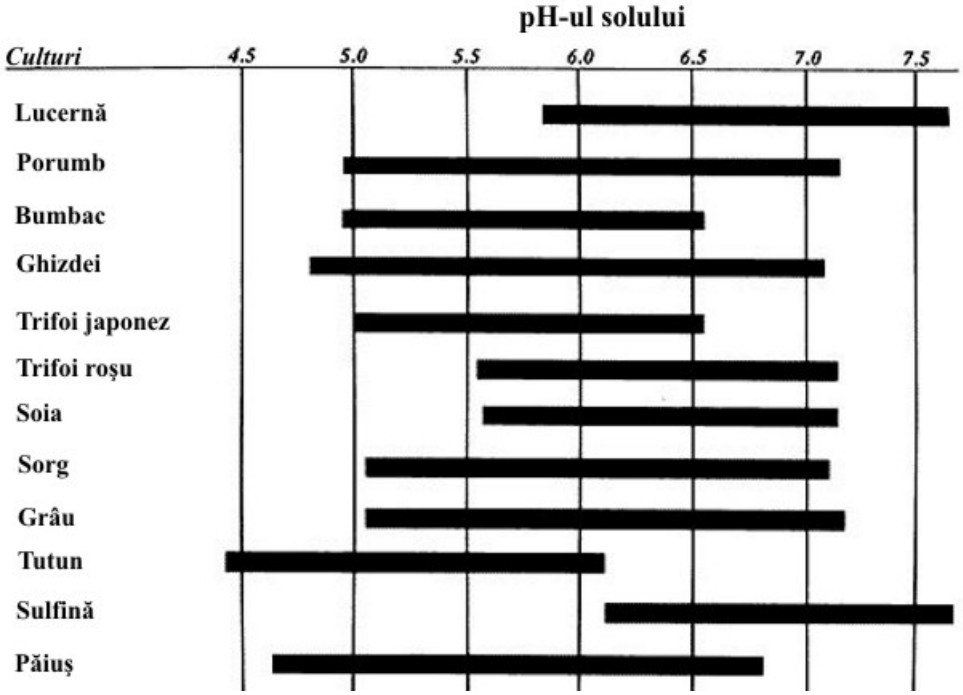


Figura 302. **Toleranţa la aciditate a unor culturi de câmp şi furajere în statul american Missouri** (Scharf UME - 2000)

Singura cultură care suportă acidități sub 4,5 este tutunul, în timp ce în România pentru aceeaşi cultură limita inferioară este 5,5. Pentru cereale şi grâu limita acidității tolerate este mai largă în Missouri decât în România.

Plantele furajere perene lucerna şi *Melilotus* se cultivă şi preferă solurile cu alcalinitate ridicată, chiar superioară cifrei pH = 7,5, tinzând către pH = 8,0. Există la aceste culturi mari fixatoare de azot necesitatea de a avea în sol cationii bazici, care să compenseze aciditatea ridicată dată de ionii de hidrogen generați de procesul de nitrificare prezentat într-un subcapitol anterior.

Producțiile agricole ale diferitelor culturi se corelează de fiecare dată la aciditatea solului, mai ales atunci când ele ies din intervalul indicatorilor pH tolerați de cultură. În figura 303 se observă că producția de soia creşte cu descreşterea acidității, plafonându-se la o valoare a pH între 6 şi 7.

Corecția acidității solului va ține cont de efectele tehnice, dar şi de costuri, luând în considerare că amendamentele prin volumul mare de transport nu sunt deloc ieftine. Despre aceste aspecte vom vorbi însă într-un alt subcapitol.

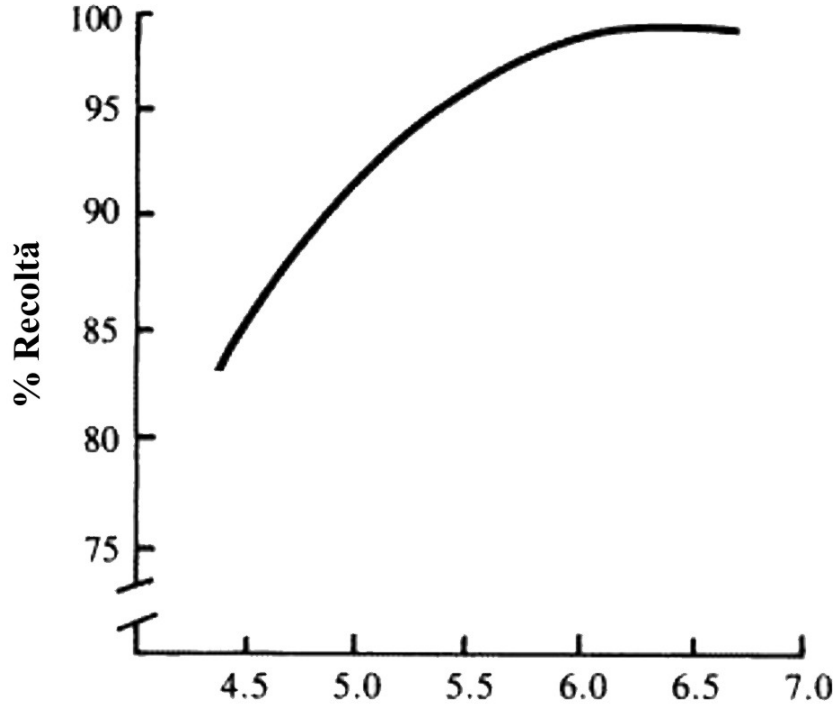


Figura 303. **Producţia de soia în funcţie de aciditatea solului** (Viziune autor)

10.10. SULFUL, SOLUL ŞI PLANTELE

Este un element nemetal multivalent, răspândit în natură sub formă de zăcăminte şi izvoare sulfuroase. Se poate găsi şi sub formă de element pur, dar mai ales în combinaţii diverse. Este considerat un element esenţial în fiziologia plantelor.

10.10.1. Generalităţi

Sulful este absorbit de plante din sol sub formă de ioni SO_4^{-2}. Absorbţia se face prin rădăcini şi în cantitate mai mică prin frunze. În acest caz este preluat direct din aer, fie ca SO_2, fie ca şi compuşi organici cu sulf sau pulberi de aminoacizi (cistină).

Cerinţele faţă de sulf ale diferitelor culturi sunt şi ele diferite. Literatura (Burzo I. şi colab., 1999) indică cerinţe mari faţă de sulf la următoarele culturi; rapiţă, muştar, ţelină, usturoi, ceapă, floarea-soarelui, tutun etc.

10.10.2. Sulful în plante

Sulful se găseşte în plante în cantităţi asemănătoare cu cele ale magneziului. Din acest punct de vedere el se plasează între nutrienţii principali şi cei secundari.

90% din sulful prezent în plante este legat în proteinele de bază, de construcţie. Din această cauză carenţa de sulf presupune în egală măsură un deranjament în schimburile cu azot. Aceeaşi carenţă de sulf inhibă formarea clorofilei şi coordonarea unor importante schimburi de substanţe care conduc la formarea a numeroase enzime.

- Ionul de sulf preluat se găseşte în cantităţi mici în plasma celulară. Cea mai mare cantitate se găseşte în legături organice.
- Alături de azot, sulful serveşte ca material de bază în construcţia aminoacizilor şi în continuare a peptidelor şi proteinelor.
- Sulful participă la formarea hidraţilor de carbon, influenţând sinteza zahărului, a amidonului şi a unor substanţe formatoare ale gustului.
- Sulful este de neînlocuit la formarea unor vitamine importante precum biotinul, thiamina sau vitamina B1.
- La cruciferele uleioase precum muştarul şi rapiţa dar şi la unele liliaceae – legume precum ceapa, usturoiul, prazul, sulful este folosit pentru formarea unor substanţe secundare specifice, cum ar fi uleiul de muştar sau de usturoi.
- Sulful participă activ la formarea unor enzime ce stimulează creşterea.
- Ţinând cont de aceste funcţii importante sulful poate fi denumit un nutrient care asigură constanţa nivelului recoltei şi a calităţii ei (vezi şi tabelul 62).

Tabelul 62

Aprovizionarea cu fosfor şi calitatea biomasei
(Acţiunea îngrăşării cu sulf în situaţii de carenţă) – viziune personală

Zona de activitate	Forma de activitate
1. Metabolismul azotului	• Valoare biologică crescută (S - aminoacizi) • Conţinut de proteină, calitate a glutenului, conţinut şi calitate în sistemul enzimatic, activitate îmbunătăţită a enzimelor. • Îmbunătăţirea performanţelor de fixare a azotului N_2) • Creşterea valorii biologice a proteinelor, • Reducerea conţinutului de NO_3.
• În general calitatea proteinelor • Indicatorii de panificaţie la grâu • Indicatorii de calitate ai berii (la orz) • Calitatea hranei şi a furajelor • Funcţionarea biosintezei fixării simbiotice la leguminoase • Calitatea furajeră la crucifere.	
2. Substanţe secundare componente ale plantelor	• Conţinut ridicat în ulei de muştar (gust ridicat) • Scăderea calităţii generată de creşterea conţinutului de glucozinulaţi la tipurile OO este puţin probabilă.
• Legume, plante aromatice • Rapiţă pentru ulei	

În situația unor producții medii la diferitele culturi, metabolismul acestora funcționează foarte bine la un raport N:S = 10:1. În unele cazuri acest raport este de 15:1.

Aceasta înseamnă că plantele au nevoie de 1 kg sulf pentru a valorifica şi înnobila 15 kg N (azot). Carenţa de sulf este de aceea greşit interpretată ca fiind carenţă de azot.

Aplicări suplimentare de azot accentuează în situațiile limită discutate aici carența de sulf. Sulful preluat de către rădăcinile plantelor este transportat şi depozitat în părțile tinere ale acesteia unde este repede „înglobat". Nu se întâlneşte în cazul sulfului niciun fel de deplasare a acestuia dintr-o zonă în alta, aşa cum se întâmplă în limite reduse în cazul altor nutrienți precum N, P, K, Mg. Consecința este aceea că plantele vor trebui să dispună de întreaga cantitate de sulf pe întreaga perioadă de necesitate şi cu deosebire la îngrăşările târzii când formarea proteinelor solicită cantități suplimentare de sulf. Preluarea sulfului precede în timp cu câteva ore preluarea azotului. Cu alte cuvinte, atunci când azotul ajunge în plantă, sulful trebuie deja să fie acolo pentru a nu se întârzia procesele de construcție.

Carențele de sulf din motivele mai sus expuse se aseamănă până la identificare cu cele ale azotului, finalizate prin încetinirea şi apoi oprirea creşterii, decolorări sau colorări în roşu şi îmbătrânirea plantelor.

Conținutul critic al sulfului în plante este poziționat la valoarea de 1,0 - 1,5 mg/g de substanță uscată. În tabelul 63 sunt prezentate după Burzo (2004) valorile critice şi cele bune pentru câteva culturi.

Tabelul 63

Conținutul critic şi valorile unei bune aprovizionări cu sulf la câteva culturi exprimat în mg/g s.a. (Burza I., 2004)

Specia	Cerinţa	Buna aprovizionare
Fasole pitică (frunze şi tulpini)	1,53	2,83
Fasole urcătoare (frunze şi tulpini)	0,95	1,55
Tomate - frunze şi tulpini	1,05	2,17
Porumb - tulpini	0,67	1,05
Muştar tulpini	1,47	5,47
Tutun - toată planta	2,34	6,44
Trifoi roşu - toată planta	1,31	2,41

10.10.3. Circuitul sulfului

Sulful are un circuit relativ redus, dar ca toate celelalte elemente se întinde în spațiul geologic – sol – atmosferă – bios. În sol se găseşte sub formă de diferite minerale (sulfuri, sulfați) care în soluția solului disociază în SO_4^{2-}. De aici, pe de o parte, este preluat prin rădăcinile plantelor, iar excesul în funcție de volumul de precipitații şi permeabilitatea solului poate fi spălat în profunzime, uneori până în pânza freatică unde poluează (figura 304). O altă formă de sulf mineral este legat de cărbune. Cu scoaterea acestuia din sol şi arderea lui în centralele electrice se emană SO_2 care în prezența apei (din nori) disociază în SO_4^{2-} şi apare ca fertilizator natural venit din atmosferă.

În cazul unor cantități mari de SO_2 acesta se uneşte cu apa din ploi şi formează „ploile acide" ($H_2O + SO_2 = H_2SO_3$). Ploile acide conțin acid sulfuric mai mult sau mai puțin concentrat, care arde vegetația pe suprafețele mari în zona centralelor electrice aşa cum în România s-a întâmplat frecvent în zona Rovinari - Gorj.

Există în sol şi forme de sulf organic imobilizate în resturile de plante, rădăcini şi microorganisme, care pot fi mineralizate până la ionul sulfatic şi repus la dispoziția nutriției, sau poate fi imobilizat prin procesul de humificare. Pierderea de sulf din sistem este mică şi de cele mai multe ori este repede compensată.

În viziunea lui Gisi U. (1997), sulful legat organic în solurile aerate este oxidat, aşa cum deja am afirmat, în SO_4^{2-} care este preluat de plante şi de către microorganisme. Fenomenul în sine capătă denumirea de imobilizare sau fixare biologică. Atragem atenția că este o fixare în interiorul sistemului (a ciclului), fără intervenția exterioară aşa cum se întâmplă la fixarea azotului atmosferic. Fixarea biologică are loc prin preluarea ionului sulfat (SO_4^{2-}) şi înglobarea lui în aminoacizii cu sulf. Fenomenul se face printr-o reacție de reducere a sulfului legat şi care a căpătat denumirea de „reducere asimilatorie a sulfatului".

În condiții anaerobe stricte, anumite bacterii precum Desulfovibrio este în măsură să reducă ionul sulfat până la sulfură (sulf) folosind oxigenul pentru propria lor respirație. Reacția este următoarea:

$$2CH_3\,CH.OH - COOH + SO_4^{2-} \rightarrow 2CH_3COOH + 2CO_2 + S^{2-} + H_2O$$

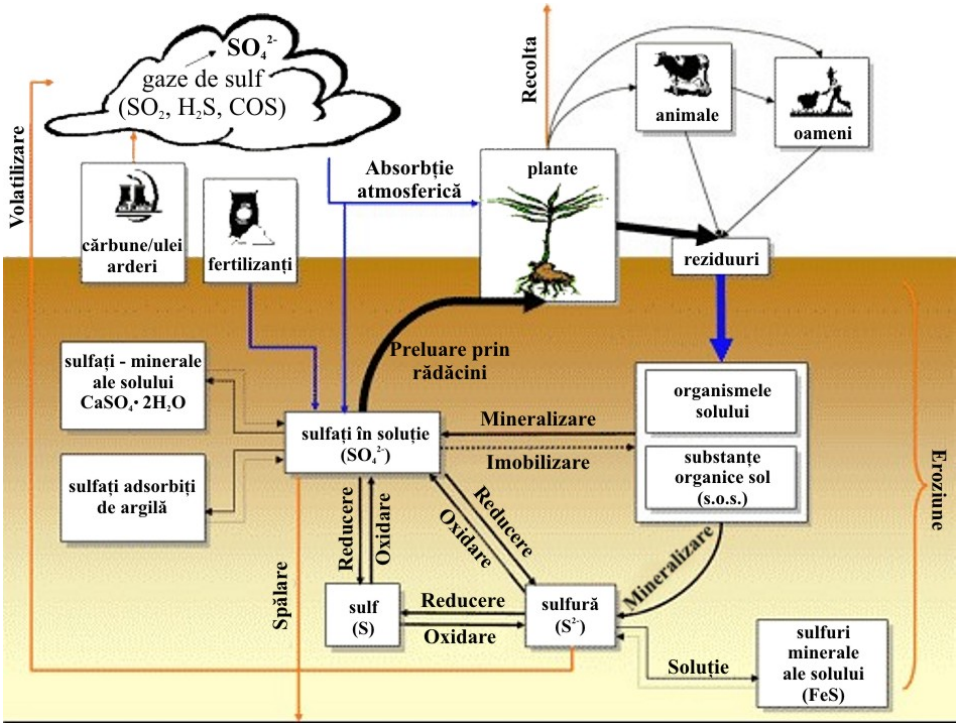


Figura 304. **Circuitul sulfului în natură, în relaţie cu ecosistemele naturale şi agricole**

S^{2-} rezultat din reducere, sub aceleaşi condiţii anaerobe, se leagă de fierul redus şi formează FeS, sau se leagă de hidrogen şi formează H_2S într-o formă gazoasă. În cantităţi mari, amândouă sunt toxice pentru rădăcini şi blochează creşterea plantei în ansamblul ei. Biomasa bogată în sulf este desulfurată sub influenţa unor microorganisme specifice până la sulfuri care, dacă oxigenul revine în sol ca urmare a lucrărilor efectuate asupra acestora se reoxidează în sulfat. Un parcurs important al fenomenului de oxidare este în întregime susţinut de microorganisme cum ar fi *thiobacillus*, în rest reprezintă chimie naturală.

Cantitatea anuală de sulf extras de către vegetaţie se situează între 10 şi 30 kg/ha. Deoarece rezervele de ion sulfat sau săruri sulfatice ale solului sunt limitate, mobilizarea sulfului din rezervele legate organic sunt de o mare importanţă, iar acest lucru are loc cu rapiditate şi echilibru, fără pierderi în solurile ecologizate. Cantitatea totală de sulf din primii 20-40 cm ai majorităţii solurilor Europei variază între 100 şi 500 mg/kg^{-1}, adică cantitativ între 240 şi 1200 kg/ha.

10.10.4. Necesarul de sulf în practica agricolă

Am reținut din caseta de mai sus că între rezerva de sulf a solului şi necesarul anual este în medie un raport $\frac{Srezervă}{Sconsum} = 336$. Aceasta înseamnă că în mod teoretic există sulf în sol pentru 30 de ani, în condiții în care rezerva de sulf nu ar fi în niciun fel refăcută, lucru imposibil, chiar şi pentru cele mai neecologice soluri.

Şi, cu toate acestea, există mulți practicieni care fabrică îngrăşăminte cu sulf şi le recomandă prin comercializare a fi aplicate în doze de circa 10-15 ori mai mici decât dozele similare de azot, de care sunt legate prin raportul funcțional mai sus prezentat. Există, de asemenea, şi dezbateri uneori extrem de contradictorii privind forma de sulf care ar trebui aplicată. Pentru început vom prezenta punctul de vedere al lui Ewald Schung de la Institutul de Nutriție şi Ştiința solului, F.A.L. din Braunschweig. Premizele pentru aplicarea sulfului ca îngrăşământ în viziunea sa sunt următoarele:

1) Necesitatea efectuării unor cercetări în câmp ori de câte ori practicianul reclamă o carență de sulf. Dacă cercetările şi analizele demonstrează prezența unei cantități suficiente de sulf în sol atunci este foarte probabil să existe probleme de transfer a acestuia spre rădăcină şi în interiorul plantelor, sau altfel de interese.

Pentru a se ajunge însă la optimizarea îngrăşării cu sulf (doză în primul rând) este nevoie de **„Determinarea monocauzală a relației dintre conținutul de sulf din celulele plantelor şi recoltă”**. Această corelație poate să aibă una din formele (vezi figura 305.

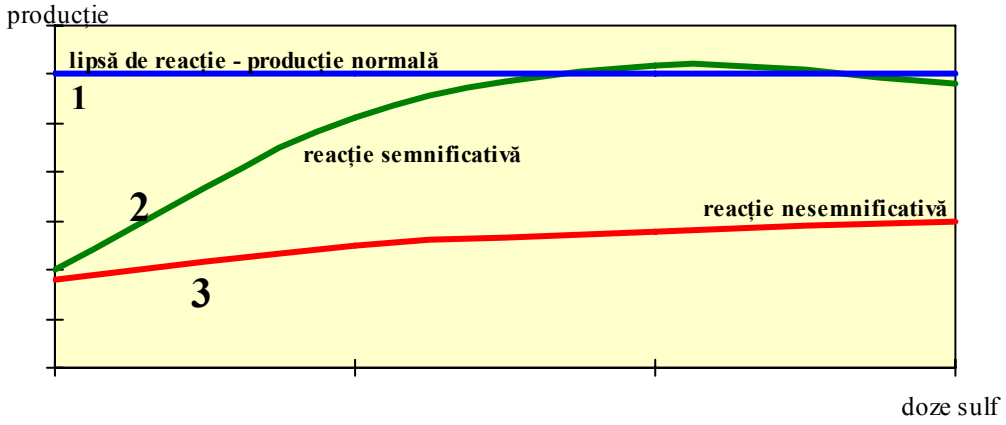


Figura 305. **Variante ale corelaţiei dintre creşterea dozelor de sulf şi producţia culturilor** (model) (Viziune autor)

Curba 1 - arată că la orice doză am aplica, producția nu este influențată de sulf.

Curba 2 - arată că la doze mici de sulf producția e mică şi creşte până la doza optimă obținută prin derivata de ordinul I a funcției 2.

Curba 3 - arată o variație crescândă, dar mică şi nesemnificativă care nu se justifică economic.

Cele trei curbe pot fi determinate în casa de vegetație sau în experiențe de câmp.

Lansarea ipotezelor cum ar fi *„Îngrăşămintele cu sulf cresc producția şi măresc calitatea acesteia”* pot fi verificate numai prin cercetări în câmp, interpretarea rezultatelor şi susținerea prin rezultate a ipotezei lansate. Şi cu toate acestea, ipotezele şi interpretările pot fi multiplicate, toate corelate cu locul de efectuare a experiențelor, cu tipul de sol şi cu condițiile climatice. De aceea la fiecare interpretare este necesar a fi găsite şi explicații. De exemplu, rezultatul cercetării a condus la concluzia:

Îngrăşămintele cu sulf nu au condus la sporuri de producție

Acest lucru nu înseamnă definitiv că pe suprafețele respective nu poate apărea o carență de sulf. Cauze?

- Secetă mare (îngrăşămintele nu au putut fi dizolvate).
- Exces de umiditate (îngrăşămintele au fost spălate).
- Alți factori de minimizare.

Uneori sunt necesare şi alternative la cercetările de câmp cum ar fi „Cercetări anuale ciclice” pe suprafețe reprezentative şi culturi specifice pentru determinarea **„factorilor de transfer ca bază a consultanței în nutriție”.**

10.10.5. Sunt sau nu sunt necesare îngrăşămintele cu sulf?

Peste 80% din cercetările efectuate în țările din sud-estul şi centrul Europei şi peste 60% din cele din vestul Europei nu demonstrează necesitatea aplicării îngrăşămintelor cu sulf.

Conform datelor publicate de Haneklaus S., FAL Braunschweig principalele culturi extrag următoarele cantități de sulf din sol, şi anume cele prezentate în tabelul 64.

Acelaşi institut şi aceiaşi autori dar şi alții care aparțin industriei susțin următoarea inecuație:

NECESAR ≠ Preluare

Tabelul 64

Cantităţile de sulf kg/t extrase din sol cu recolta principală şi cea secundară (**Sursa:** Hanelaus S. - FAL Braunschweig (prelucrare))

Cultura	Categoria de producţie	Sulf- extras
Grâu	boabe	1,5 - 2,0
	paie	1,1 - 2,2
	total	2,6 - 4,2
Rapiţă	boabe	2,5 - 3,0
	paie	1,4 - 3,3
	total	3,9 - 6,6
Sfeclă	sfeclă-corp	0,07 - 0,08
	frunze	0,7 - 1,5
	total	0,8 - 1,6

S-a determinat deci că plantele fac risipă de sulf. Rapiţa pentru 4 t/ha recoltă are un necesar real de 12 kg/ha însă preia din sol peste 80 kg/ha sulf pe întreaga perioadă de vegetaţie. Calcularea necesarului de îngrăşăminte cu sulf se face în aceste condiţii după următoarea ecuaţie:

NECESAR ÎNGRĂŞĂMINTE = [NECESAR + PIERDERI] − INTRĂRI NATURALE

Cercetările nu au pus încă în evidenţă căile, direcţiile de pierdere a sulfului, căci se consideră că mai există şi altele decât cele oferite de circuitul sulfului în natură.

Bunăoară, s-a lansat ipoteza că la doze mari de azot consumul funcţional 1 kg N = 0,1 - 0,15 kg S ar putea fi depăşit la doze de peste 130 kg N ajungând la:

1 kg N = 0,2 kg sulf (vezi şi figura 306).

Cu toate acestea, pierderea de sulf din sistem rămâne mare, mult mai mare decât în cazul azotului. Este foarte posibil ca o cantitate importantă de sulf să fie legată de mineralele solului şi să îngreuneze procesele de transfer despre care am vorbit mai sus.

Din figura 306 observăm că la lipsa aplicării îngrăşămintelor cu fosfor producţia de rapiţă este mai mică cu 1 tonă la doza de azot de 250 kg, comparativ cu cea de 150 kg, în condiţiile în care s-a lucrat pe un sol cu carenţă de sulf (<200 mg/kg sol).

La peste 60 kg/ha sol doza de azot de 250 kg/ha îşi arată potenţialul fără însă ca acesta să fi atins maximum posibil, deşi raportul N/S = 4,16.

Pornind de la aceste considerente teoretice dozele de sulf aplicabile diferitelor culturi după diferiţi autori sunt prezentate în tabelul 65.

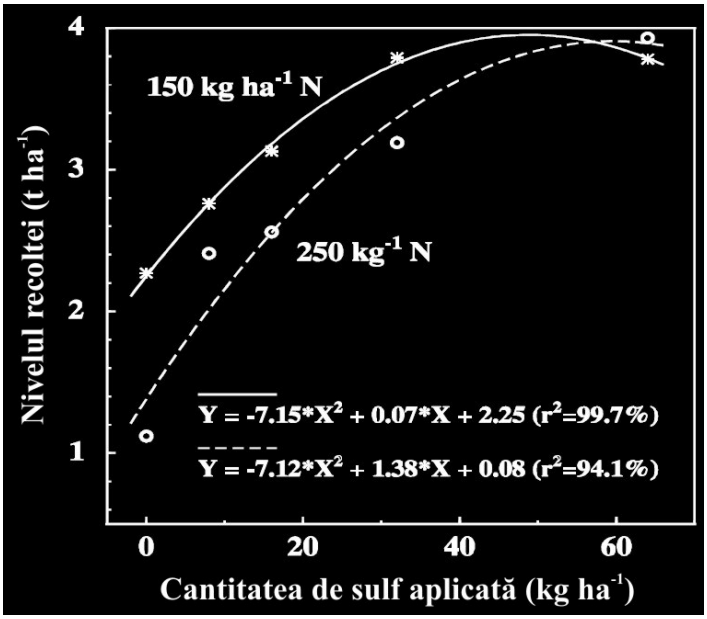


Figura 306. **Lipsa sulfului din sol reduce semnificativ metabolismul şi eficienţa azotului** (FAL Braunschweig)

Tabelul 65

Dozele de sulf aplicabile diferitelor culturi

Culturi	Doze propuse			după KAS		
	kg/ha	epocă	total	kg/ha	epocă	total
rapiţă	15 - 30 40 - 80	în toamnă în timpul vegetaţiei	55 - 110	15 - 30 40 - 80	în toamnă în timpul vegetaţiei	55-110
grâu - triticale, secară, orz	10 - 15 20 - 40	în toamnă în timpul vegetaţiei	30 - 55	10 - 20 20 - 40	toamna	30-60
sfeclă de zahăr	30 - 50	la semănat sau începutul creşterii	30 - 50	30 - 50		30-50
porumb	10 - 20	înainte de semănat	10 - 20	30	înainte de semănat	30
cartof	-	-	-	30 - 50	pe vegetaţie	30-50
legume	-	-	-	55	în primăvară	55
pepiniere	-	-	-	40	în primăvară	44
plantaţii, vii, pomi, hamei	-	-	-	55	în primăvară	55
mazăre, floarea-soarelui, alte leguminoase	-	-	-	25	în primăvară	25
păşuni şi pajişti	-	-	-	50	în primăvară	50

Tabelul 66

Model de evaluare a necesității îngrășării culturii cu sulf

(**Sursa:** FAL Braunschweig)

Însușiri	Bonitări cu număr de puncte			Număr de puncte acordat				
PROPRIETĂȚILE TERENULUI			CERINȚE	1	2	3	4	5
poziție în apropierea unui centru industrial, respectiv spații de concentrare	Nu 2	Da 4		Exemplu 2				
Tip de sol 1. Soluri nisipoase sau nisipo-lutoase 2. Soluri nisipoase, nisipo-argiloase, argiloase 3. Sol argilos, nisipos sau argilo-lutos	Soluri nisipoase Soluri scheletice 1	Soluri lutoase 3	Soluri argiloase 5	1				
Conținut în humus	sărac în humus < 2 % humus 2	mediu în humus 2-4 % humus 3	bogat în humus > 4 % humus 4	2				
Spațiu disponibil pentru înrădăcinare	superficial 2	adânc 4		4				
Pagube aduse structurii (înămoliri, compactare, hardpan)	prezente 1	parțial prezente 3	nu sunt prezente 5	3				
N_{min} prezent la începutul vegetației comparativ cu tabelele pe termen lung	sub medie 2	medie 3	peste medie 4	3				
CLIMA								
Precipitații octombrie-martie în comparație cu valorile multianuale	sub medie 1	medie 3	peste medie 5	3				
Perioade lungi de geruri în iarnă cu vânturi	Nu 2	Da 4		2				
SISTEME DE CULTURI								
Culturi mari consumatoare de sulf în asolament (rapiță, varză, leguminoase)	la fiecare 3 ani 2	la fiecare 4 ani 3	la cel puțin 5 ani 4	2				
Cultura cultivată în acest an	Rapiță, varză, leguminoase 1	Alte culturi 3		1				
Carența de sulf este prezentă (pierderi de recoltă, analiza frunzelor, simptome specifice)	da 1	nu sau necunoscute 3		3				
Nivelul recoltelor (dt/ha) Rapiță >35 25-35 <25 Cereale >70 50-70 <50	înalt 2	mediu 3	scăzut 4	2				
Culturi intermediare	Nu 2	Da 4		2				
ÎNGRĂȘARE								
Aplicarea îngrășămintelor organice din grajduri fără îngrășăminte verzi	0 - 1 GV/ha 2	1 - 2 GV/ha 3	> 2 GV/ha 4	2				
În ultimii 3 ani s-au aplicat îngrășăminte cu cantități de sulf semnificative	Nu 2	Da 4		2				
19 - 32 puncte: probabilitate mare a carenței de sulf 33 - 44 puncte: culturi (mai ales rapiță) atent de observat 41 - 51 puncte: lipsa de sulf - nu este așteptată				34				
				Suma numărului de puncte				

ESTA din grupul K + S Kali Chemie recomandă doze mai moderate şi mai strâns legate/corelate cu producţia.

Cultura	Producţia to/ha	kg S/ha
Cartof	40	21
Castraveţi	20	20
Ceapă	20	40
Fasole	4	32
Floarea-soarelui	3	30
Grâu	6	25
Lucernă	9	25
Orez	6	35
Porumb	6	25
Rapiţă	3	60
Sfeclă	50	40
Soia	3	22
Tomate	40	25
Tutun	3	15

În finalul acestui capitol prezentăm un model de evaluare (tabelul 66) a necesarului de îngrăşăminte cu sulf calculat pe bază de puncte (bonitare) ca urmare a însuşirilor pedologice, climatice şi agrotehnice ale zonei respective.

În funcţie de numărul de puncte acumulate şi ţinând cont şi de încadrarea prezentată sub tabel se poate aprecia dacă există carenţă, în care caz este necesară îngrăşarea, sau aceasta nu există, şi deci nu se va efectua.

10.10.6. Îngrăşămintele cu sulf şi sub ce formă se aplică sulful

Formulările de îngrăşăminte cu sulf cele mai utilizate sunt următoarele:

1. Sulfat de amoniu (ASS, SSA, UreaS etc.).
Sulfat de amoniu cu nitrat - Alzon - lichid - S Entec 26 etc.
2. Sulfat de potasiu - granulat sau pantekali
3. Sulfat de magneziu - Kieserit, sare amară, Optimag.
4. Sulfat de calciu - Kemira N-plus, Yara sulfan.
5. Sulfură de calciu - Calcar ars cu sulf 80/2.
6. Sulf elementar - cu 90% sulf s.a.

Îngrăşămintele cu sulf se aplică de regulă alături de celelalte cu azot sau cu azot, fosfor şi potasiu, cu maşinile obişnuite. Aplicarea de bază cu sulf se face la sol, pentru a se evita orice risc de carenţă. Aplicarea foliară poate fi utilă numai la nivel de completare. Dacă plantele au nevoie de cantităţi mari de sulf, ele nu se pot aproviziona numai prin frunze.

10.10.7. Despre sulf şi calitatea producţiei

Conlucrarea funcțională interactivă între azot şi sulf conduce nemijlocit la creşterea calității producției. Conform lui Bloom şi colab (FAL - Forschungs Raport 1/2003), conținutul de aminoacizi creşte.

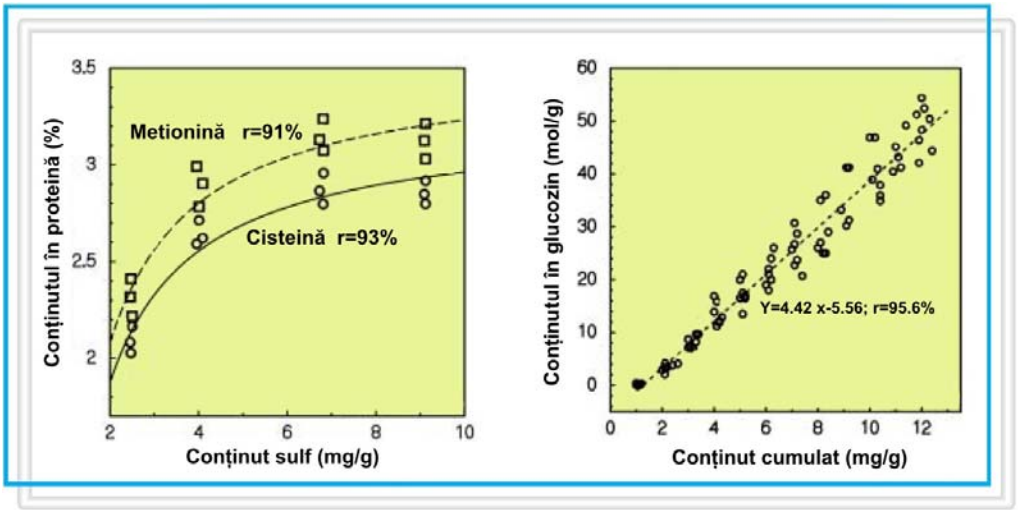


Figura 307. **Creşterea conţinutului în proteină şi în glicozin la ceapă sub influenţa conţinutului de sulf. Conţinutul a doi aminoacizi importanţi, cum ar fi methionina şi cistina, sunt în medie foarte semnificativ crescute până la 10 mg sulf (g. s.u. plantă)** (**Sursa:** FAL FR, 2003)

Datorită însuşirilor nutriționale dar şi antifungice, sulful intervine uneori în formarea şi mărimea conținutului în plantele unor produse extrem de valoroase. Conform aceluiaşi Bloom, în plantele de rapiță sub influența creşterii dozelor de sulf, cresc cantitățile unor tripeptide de tip antioxidanți în uleiul acesteia. În acest caz în plantele de rapiță (figura 308) la mărirea cantității de sulf de la 3 - 10 mg/g.s.u. cantitatea de glutation s-a dublat, cu toate efectele pozitive ce rezultă din acest fenomen.

Aplicarea îngrăşămintelor cu sulf în România este efectuată aleatoriu şi supusă principiului hazardului, fiind lăsată la dispoziția producătorilor din spațiul european şi internațional.

Fără a nega importanța aplicării îngrăşămintelor cu sulf, în unele zone şi la unele culturi din România pentru înfăptuirea ştiințifică a procesului sunt necesare cercetări la nivel local şi zonal, efectuate de către specialişti pentru a cunoaşte următoarele:

– Cantitatea de sulf existentă în solurile din România, gradul lui de conservare şi mobilitate.

– Formele de sulf din sol şi îndeosebi raportul dintre sulful organic şi cel mineral.

– Condiţiile pedoclimatice favorizante şi defavorizante ale preluării sulfului de către plante.

– Relaţia N/S în solurile din România şi influenţa ei asupra recoltei.

– Delimitarea zonelor şi culturilor care au nevoie de sulf şi elaborarea celor mai potrivite doze, produse şi metode de aplicare.

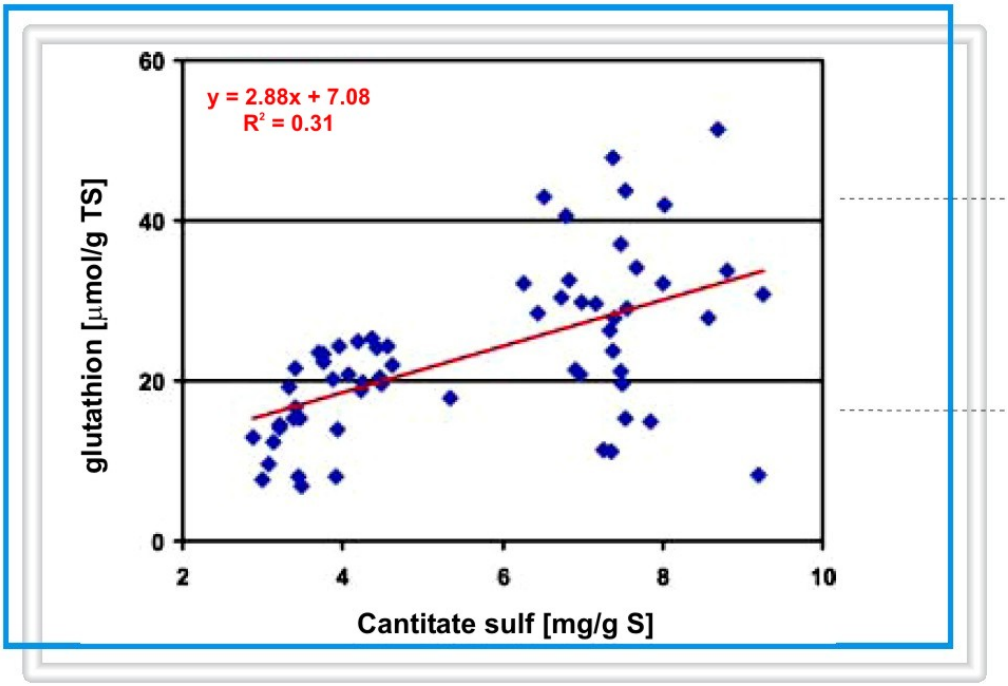


Figura 308. **Creşterea conţinutului de glutathion din rapiţă în corelaţie cu aprovizionarea cu sulf într-o locaţie cu deficit de sulf şi o presiune mare de infecţie cu** *Prenopeziza brassicae* *(după elke.flaem@fal.de)*

Este foarte posibil ca necesarul de sulf, inclusiv pentru cultura rapiței să nu apară din cauza cantităților reduse de azot care se aplică în agricultura românească. Pentru practicienii care teoretic sunt confruntați cu carență de sulf, este bine ca înainte de a-l aplica să observe dacă pe fond nu este vorba de o carență de azot. Testul azotului ar conduce la revenirea plantelor şi atunci ne putem imagina că sulful nu mai este necesar.

10.11. MAGNEZIUL, SOLUL ŞI PLANTELE

1. Magneziul este un component important al clorofilei tuturor plantelor verzi, şi de aceea este implicat direct în sinteza organică generată de fotosinteză.

2. Mineralele solului, materia organică, fertilizanţii şi dolomiţii sunt surse importante de magneziu pentru plante.

3. Circuitul magneziului în sol şi plante.

4. Rolul magneziului ca îngrăşământ.

10.11.1. Magneziul în sistemele biologice

Este considerat un element esenţial al sistemelor biologice. El este prezent în mod normal ca ion (Mg^{2+}). Este un mineral esenţial de tip nutrient indispensabil vieţii (Marscher H., 1995) şi care este prezent în fiecare tip de celulă a fiecărui organism. Spre exemplu, ATP (adenozin trifosfatul), principala sursă de energie a celulelor este obligat să accepte un ion de magneziu pentru a-şi activa funcţia. Ceea ce denumim ATP se înţelege cel mai frecvent astăzi Mg-ATP (magnezium). Magneziul joacă de asemenea un rol important în stabilitatea compuşilor polifosfaţi din celule, inclusiv în sinteza asocierii acestora pentru formarea ADN-ului şi a ARN-ului.

Balanţa magneziului este deci vitală pentru existenţa oricărui organism. Magneziul este un ion ce se găseşte în cantităţi abundente în litosferă şi cu o mare biodisponibilitate în hidrosferă. Biodisponibilitatea ridicată, alături de chimismul util şi foarte neobişnuit, ar putea conduce la semnalizarea activităţii enzimatice şi catalitice. Cu toată natura neuzuală a ionului de magneziu, s-a ajuns a fi considerat o provocare majoră, în uzanţa sistemelor biologice privind utilizarea ionilor. Membranele biologice sunt impermeabile pentru Mg^{2+} şi alţi ioni, cu toate acestea transportul proteinelor este mult mai facil în fluxul magneziului (Mg^{2+})indiferent dacă fenomenul are loc înainte sau în extenso-ul celulei şi în compartimentele intracelulare.

10.11.2. Relaţia magneziu – acizi nucleici

Există date foarte numeroase asupra faptului că acizii nucleici au un rol important în interacţiunea cu Mg^{2+}. Legarea ionului Mg^{2+} la ADN şi la ARN conduce implicit la stabilizarea structurilor celor doi acizi atât de importanţi. Cowan J.A. (1995) a demonstrat că în prezenţa ionului de Mg^{2+} nivelul temperaturii de topire (Tm) a materialului plastic creşte până la a se dubla.

Ribozomii, la rândul lor, conțin o cantitate mare de Mg^{2+}, iar stabilitatea ridicată impusă de ion este esențială pentru complexul ribo-proteinic. Un număr ridicat de enzime prezente în biochimismul acizilor nucleici leagă, la rândul lor Mg^{2+} pentru declanşarea activității. Cum am mai arătat, ionul este absolut necesar pentru activizare şi cataliză. În fine, pentru activitatea autocatalitică a anumitor ribozomi (enzimele conțin numai ARN) magneziul este de asemenea indispensabil.

În concluzie, întreaga activitate, inclusiv cea de multiplicare şi transmitere a caracterelor nu s-ar realiza în absența Mg^{2+}.

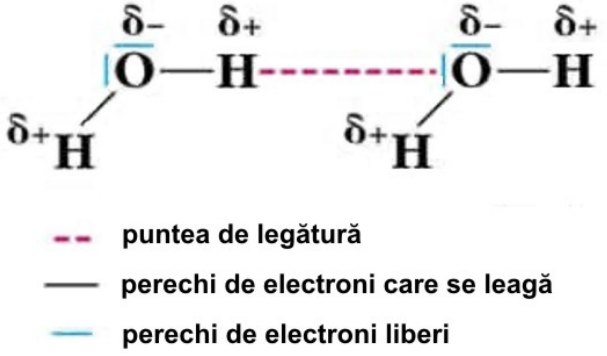
10.11.3. Necesarul nutriţional şi interacţiuni

Ionul de magneziu (Mg^{2+}) datorită celor prezentate mai sus devine esențial pentru creşterea plantelor. El este prezent în plantele superioare în cantitate de circa 80 μmol . g^{-1} din greutatea uscată (Marschner H., 1995). Spre deosebire de sulf, cantitatea de magneziu variază în diferitele organe, părți ale plantelor în funcție de statutul nutrițional al acestora. Magneziul absorbit în exces poate fi depozitat în celulele vasculare şi trimis spre zonele de mare consum atunci când este solicitat. Transferul mai poate fi făcut şi de la frunzele bătrâne către cele tinere (Stelzer şi colab., 1990).

Ionul de Mg^{2+} este preluat în plante prin rădăcini. Interacțiunea cu alți cationi în rizosferă poate avea un efect semnificativ asupra preluării ionului (Kurvits şi Kivkby, 1980, citați în Wikipedia varianta engleză). Structura pereților perişorului radicular este foarte permeabilă pentru apă şi ioni şi drept urmare preluarea ionului de către celulele rădăcinilor se face cu uşurință şi cu transmiterea direct către vasele din centrul rădăcinii, unde poate suferi un proces local de concentrare. Legătura lui rămâne însă slabă şi poate fi înlocuit cu uşurință de către alți cationi, mai ales dacă necesarul în alte organe ale plantei nu este clar exprimat de către acestea prin propriul ei sistem informațional (Hope Ab. şi colab, 1952).

Notă: Există numeroase cercetări astăzi, printre care şi Mayer Jacob (2004) care susțin că apa este purtătoare de informație (vezi şi filmul *Apa*) şi că această apă care circulă prin plantă în ambele direcții, poate aduce informații din lăstari şi frunze către rădăcină unde se află şi rezervele de magneziu, dacă acesta este sau nu necesar în partea superioară a plantei. În caz de necesar, el este preluat de fluxul de apă şi condus spre zona de necesitate.
Datorită însuşirilor sale fizico-structurale sub formă de cristale lichide, apa preia diferite mostre ale altor substanțe, le depozitează şi le transportă mai

departe. Acest lucru este posibil datorită punților de hidrogen. Rezultatele ultimelor cercetări explică în felul acesta şi rezultatele uneori excelente ale homeopatiei.



Magneziul fiind considerat un ion nobil, dacă cristalele de apă lichidă sunt legate de ioni de tip pirat, nenecesari plantelor, este posibilă o blocare a accesului acestuia în plantă, până la limita de carență. Dacă ionii de magneziu continuă să fie în sol, planta îşi deblochează singură sistemul.

O dată ce ionul de Mg^{2+} a fost absorbit de către celulă, el devine necesar pentru procesele metabolice şi celula şi-l însuşeşte şi primeşte acolo o găzduire activă pe toată durata de existență şi activitate a acesteia. În celulele vasculare el nu este tot timpul prezent. În cazul unei abundențe de Mg^{2+} acesta este depozitat în vacuole şi nu participă zi de zi la procesele metabolice ce au loc în celule (Stelzer şi colab., 1990). De acolo el este preluat atunci când este nevoie de el. Pentru celulele îmbătrânite din țesuturi la fel de îmbătrânite, care devin inactive, magneziul Mg^{2+}face obiectul unui fenomen de reciclare, deplasându-se spre părțile mai tinere şi sănătoase ale plantei.

Homeostaza Mg^{2+} în celula plantei este menținută de către procesele care au loc îm membrana plasmatică, ca şi în membrana vacuolară (figura 309).

Principala forță care realizează translocarea Mg^{2+} în celula plantei este dată de diferența de pH = Δ pH (Marschner 1995, section 2.4.).

Rezultă că pentru a penetra în celulă sau pentru a se deplasa dintr-o parte în alta a celulei este întotdeauna nevoie de pompe de sucțiune sau, dimpotrivă, de împingere. Întotdeauna în joc întră şi alte elemente cum ar fi H^+ şi K^+.

Chiar şi intrarea Mg+ în celule se poate realiza prin unul sau mai multe moduri, alcătuite din diferite sarcini electrice ΔΨ (negativ în interior). A doua cale este prin simport cu ioni de H^+ adică:

interior H^+ ⟶ exterior

interior ⟵ exterior Mg^{2+}

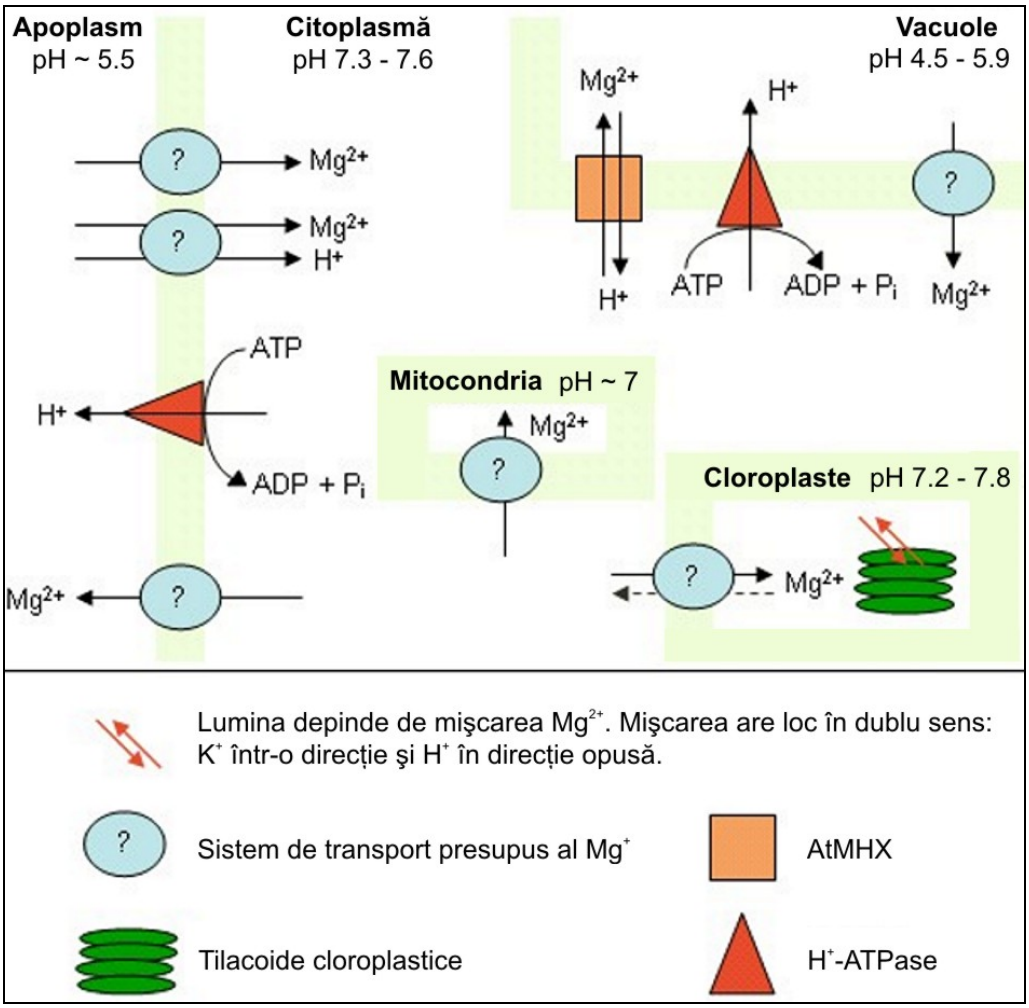


Figura 309. **Prezenţa şi mişcarea magneziului în celulele plantei**
(prelucrare după Marschner, 1995)

Transportul ionului în vacuole se face cu ajutorul unui transportor tip antiport Mg^{2+}/H^+ de tip (A_tMHK). Şi fiindcă H^+ - ATP-urile sunt dependente de Mg^{2+} (legat de ATP) după cum am mai afirmat, Mg^{2+} devine necesar şi pentru a-şi menţine propria lui homeostază. Transportul Mg^{2+} în mitocondrii foloseşte probabil tot $\Delta\Psi$, cercetările doveditoare au fost efectuate pe mitocondriile drojdiilor şi cu mare probabilitate şi cloroplastele vor absorbi

Mg^{2+} printr-un procedeu similar. Mecanismul şi baza moleculară care determină eliberarea Mg^{2+} din vacuole ca şi din celule sunt încă necunoscute. Nu sunt înțelese nici schimbările concentrațiilor Mg^{2+} datorate luminii din cloroplaste. Se ştie însă că pentru acest proces este necesar transportul ionilor H^+ de-a lungul membranelor tilacoide.

10.11.4. Detalii privind magneziul, cloroplastele şi fotosinteza

Cercetările arătate mai sus consideră Mg^{2+} ca element coordonator al tuturor ionilor metalici din molecula de clorofilă. **Altminteri magneziul se află în cantități de 6% din total Mg^{2+} din planta în zona de activitate clorofiliană. Mg^{2+} stabilizează suprapunerea tilacoidelor mărind în felul acesta eficiența fotosintezei.** El este absorbit (probabilitatea cea mai mare) prin transformarea luminii induse de către proplastidele din cloroplaste sau chiar de către etioplastele cloroplastelor. În aceste momente sinteza clorofilei şi biogeneza membranei tilocoidale au nevoie neapărat de cationi bivalenți, Mg^{2+} numărându-se printre cei cu prioritate.

Mişcarea Mg^{2+} în afara cloroplastelor este o problemă încă controversată. Deshaies şi colab., 1984, au demonstrat această posibilitate îndeosebi la plantele tinere de mazăre. Alți autori precum Gupta şi Buckowitz (1989), nu au putut reproduce aceste rezultat folosind plante mai bătrâne de spanac. Refacerea experiențelor de către acelaşi Deshaies folosind plante mai în vârstă de mazăre au arătat într-adevăr schimbări mai puțin semnificative ale mişcării Mg^{2+}.

Starea metabolică a cloroplastelor se schimbă considerabil între zi şi noapte. Pe durata zilei, cloroplastele absorb activ lumina şi o transformă în energie chimică (fotosinteză $\rightarrow$ glucoză). Modulele metabolice devin active tocmai de la schimbările chimice ale stromei în prezența luminii. H^+ este pompat afară din stromă - atât în citoplasmă cât şi în lumen (vase conducătoare) ducând la un pH alcalin, Mg^{2+} dar şi K^+ sunt eliberați din lumen în stromă într-un proces de electromielinizare pentru a echilibra cantitatea de H^+. Prin schimbarea activității redox a stromei sunt reduse o serie de enzime tiolice. O astfel de schimbare este fructoza 1,6 - biphosfază, sedoheptuloza, bifosfataza, dar şi ribuloza 1,5 bifosfataza carboxiloza.

Foarte importantă este apariția în timpul expunerii plantelor la lumină a enzimelor cu Mg^{2+} legate de schimbările nucleotide di şi tri-fosfataze (ADP $\rightleftarrows$ ATP).

Fără rolul de mentenanță structurală a acestor enzime (de exemplu enulaza) sistemul practic nu ar funcționa.

Am prezentat aceste detalii pentru a atrage atenția că într-o agricultură modernă, ecologizată, chiar şi acele inputuri cărora nu le acordăm atenție pot crea mari probleme în funcționarea metabolismului plantelor şi deci a realizării producțiilor. Aceasta nu înseamnă că trebuie să năvălim cu sute de kilograme de îngrăşăminte cu Mg asupra solului, ci dimpotrivă, să realizăm în sol acel echilibru biologic şi ecosistemic care să conducă la mobilizarea lui din mineralele solului şi din reciclarea materiei organice, direct către soluția solului pentru a putea fi preluat de rădăcini.

10.11.5. Ce se întâmplă dacă lipseşte magneziul sau este în exces

În amândouă cazurile se creează un „stres" al magneziului. Atât lipsa de magneziu cât şi excesul blochează metabolismul plantelor, exact la acel nivel care se numeşte fotosinteză. Manifestarea efectivă a stresului conduce la o reducere progresivă şi accentuată a intensității fotosintezei prin blocarea activității cloroplastelor din clorofilă. Efectele secundare ale deficitului de tip Mg^{2+} sunt:

- imobilitatea clorhidraților
- blocarea transcrierii ARN
- blocarea sintezei aminoacizilor şi a proteinei.

Spre deosebire de calciu, carența de Mg^{2+} este vizibilă cu precădere pe frunzele mai îmbătrânite, deoarece Mg se deplasează cu precădere spre vârfuri şi frunzele mai tinere. În cazul pomilor, frunzele bazale se îngălbenesc şi cad iar cele tinere dinspre vârf continuă să vegeteze până o eventuală lipsă este îndepărtată. Culoarea verde a pinului se reface. La culturi anuale, carența poate apărea şi în România, în mod special la culturi proteice sau uleioase în care necesarul replicării acizilor nucleici solicită la rându-i o cantitate mai mare de Mg^{2+}.

Carența Mg^{2+} poate fi cauzată frecvent de lipsa ionului în soluția solului, dar şi mai frecvent de inhibarea absorbției.

Mg^{2+} se comportă dificil în a se lega de grupările încărcate negativ din pereții celulelor rădăcinilor. Din această cauză chiar şi excese minore ale ionilor pozitivi concurenți precum K^+, NH_4^{4+}, Ca^{2+} şi Mn^{2+} pot bloca absorbția Mg^{2+}. Al^{3+} şi Mn^{2+} inhibă foarte puternic Mg^{2+}, considerându-se că aceşti ioni se leagă direct de sistemul de adsorbție al Mg^{2+}. În solurile acide Al^{3+} este un inhibitor aproape total al Mg^{2+} (Ringel şi colab., 1989).

Figura 310. **Carenţă de magneziu la dovleac (cucurbitaceae)**

În plantele cu lipsă de Mg^{2+} în condiții de lumină slabă numai 50% Mg^{2+} a fost înregistrat ca legat în clorofilă. Acest dezechilibru are efecte dăunătoare asupra altor procese celulare. În condiții diametral opuse de exces de Mg^{2+} în plante, la umidități normale, acesta este depozitat fără a provoca mari dereglări. Dacă apare o secetă, atunci concentrațiile ionice din celule pot creşte dramatic în care caz Mg^{2+} (în concentrații foarte ridicate) în citoplasmă blochează canalul K^+ al membranei înconjurătoare a cloroplastei, inhibă îndepărtarea ionilor H^+ din stroma cloroplastei, iar aceasta se acidifică puternic dezactivând enzimele cheie ale fixării carbonului. Fenomenul se finalizează cu producerea de radicali liberi de oxigen care cauzează arsuri vizibile şi periculoase.

10.11.6. Îngrăşăminte cu magneziu

Arareori magneziul se aplică singur ca îngrăşământ. Observațiile noastre arată că necesarul de magneziu creşte atunci când se aplică cantități mari de azot, pentru că plantele sintetizează o cantitate mai mare de aminoacizi şi proteine care necesită mai mult magneziu. În acelaşi timp creşte şi necesarul de sulf. Din această cauză ca îngrăşăminte de bază considerăm ca cele mai importante pe următoarele:

1. Azotatul de magneziu, cunoscut pe piață ca magnesol, cu următoarea formulă:

– azot total sub formă de NO_3 = 10,8%

– magneziu sub formă de MgO - 16,0%

Este formulat atât sub formă lichidă cât şi solidă. Forma solidă este preferată a se aplica la sol în dozele calculate din bilanţul elementului nutritiv. Stropirile foliare se fac cu concentraţii de 1-2,5% de regulă preventiv, acolo unde sunt cunoscute potenţiale carenţe şi pentru o bună stare vegetativă şi de sănătate a plantelor. Se evită orice exces care ar putea crea stresul de supraabundenţă cu magneziu la plantele de cultură.

2. Sulfatul de magneziu $MgSO_4$, folosit foarte mult în medicină (sare amară) a fost propus de Uniunea Europeană prin Regulamentul nr. 1020/2009 al Comisiei întrunită în 28.10.2009 să fie folosit ca „îngrăşământ de bază" în amestecuri cu alţi nutrienţi. Avantajul acestui îngrăşământ este acela că are alături şi nutrientul sulf care, la rândul său, se corelează cu necesarul de azot.

3. Sulfatul de magneziu cu S_{16}, cunoscut şi sub denumirea comercială de Epsotop, fertilizant EEC, cu următoarea formulă:

– Oxid de magneziu (MgO) = 16%

– Sulfat de magneziu heptahidrat ($MgSO_4 . 7H_2O$) care conţine 13% S. Se foloseşte repetat ca tratament foliar în concentraţie de 5% în scopul optimizării tratamentelor de bază cu NPK.

4. ESTA-Kisserit Fin ($MgSO_4 . 7H_2O$) este, de asemenea, un sulfat de magneziu puternic concentrat, având în compoziţie doi nutrienţi, şi anume:

– oxid de magneziu (MgO) = 27%

– sulf (S) = 22%

Produsul este extras din roci naturale şi este recomandat de Comisia Uniunii Europene inclusiv pentru agricultura ecologică. Se poate aplica la sol în amestec cu îngrăşămintele de bază în doze calculate în funcţie de bilanţul elementelor în sol şi plante. Este, de asemenea, foarte solubil în apă şi se poate aplica prin fertigaţie. Din cauza preţului produsului se recomandă utilizarea lui îndeosebi la culturile intensive, de regulă în zona horticolă pe soluri cu alcalinitate ridicată.

ESTA-Kisserit granulat este asemănător pulberii conţinând 25% MgO şi 20% sulf. Se prezintă însă sub formă de granule asemănătoare ale celorlalte îngrăşăminte de bază cu care se pot aplica împreună pe toate tipurile de sol. Poate fi transportat uşor şi în vrac.

Menţionăm că există şi îngrăşăminte cu Mg sub formă de chelaţi utilizaţi îndeosebi în horticultură. Consultarea producătorilor poate aduce informaţii preţioase care trebuie confruntate de producătorii agricoli cu cercetarea românească. Există numeroase alte formulări şi posibilităţi de a aplica îngrăşăminte cu magneziu care esenţial nu se deosebesc de cele prezentate mai sus.

Atenţie! Aplicarea lor se face numai dacă este nevoie. Solurile româneşti conţin suficient magneziu, mai ales dacă sunt menţinute într-o stare ecologică bună.

10.12. PE SCURT DESPRE MICROELEMENTE

Cunoscute şi sub denumirea de oligoelemente, acestea sunt, în principal, următoarele:

- borul (Bo)
- manganul (Mn)
- molibdenul (Mo)
- fierul (Fe)
- cuprul (Cu)
- zincul (Zn)
- clorul (Cl)
- cromul (Cr)
- cobaltul (Co)
- clorul (Cl)
- cromul (Cr)
- cobaltul (Co)
- fluorul (Fl)
- iodul (I)
- seleniul (Se)
- vanadiul (Vn)
- arseniul (As)
- rubidium (Rb)
- staniul (Sn)

Elementele de bază de care am vorbit mai sus pot fi considerate nutrienţi de reconstrucţie, ei intrând în componenţa principală a biomasei care se formează.

Microelementele sau oligoelementele sunt cunoscute sub denumirea de elemente de reglare atât în organismul plantelor cât şi cel al animalelor. În toate cazurile însă o dozare exactă este decisivă în utilizarea lor pentru că atât subdozarea cât şi supradozarea sunt în egală măsură periculoase. Surplusul de seleniu şi arseniu poate conduce la intoxicări grave. Excesele din alte metale sunt considerate poluări periculoase pentru soluri, plante, ape, multe din microelemente intrând în categoria „metale grele”.

Microelementele intră în componența enzimelor, vitaminelor, hormonilor şi pigmenților. De exemplu, zincul se află prezent în carboxilază, cuprul în tirozinază, iodul în tiroxină, cobaltul în vitamina B_{12} etc. (Sursa: Wikipedia, vezi figura 311).

Majoritatea microelementelor servesc drept catalizatori în metabolismul plantelor cât şi al animalelor. Ele intră în componența enzimelor, le măresc activitatea contribuind la accelerarea proceselor biochimice în organismele vegetale dar şi animale, stimulează sintezele principalelor substanțe elaborate de plante precum: amidonul, acizii nucleici, diverse zaharuri, pectine, proteine, grăsimi etc.

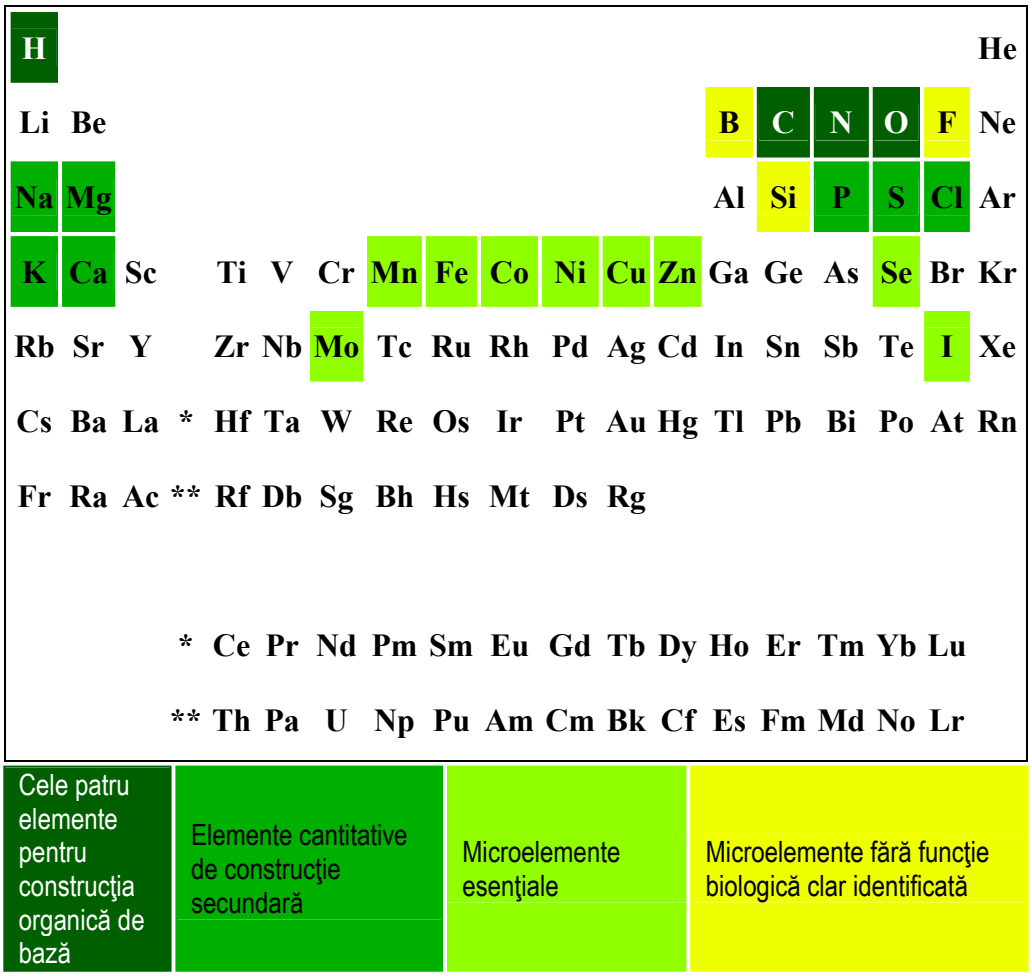


Figura 311. **Microelementele ocupă poziţii superioare în tabelul lui Mendeleev** (**Sursa:** Wikipedia.de)

10.12.1. Câteva funcții ale principalelor microelemente

Borul. Microelement de reglare pozitivă a metabolismului nucleic, favorizează dezvoltarea polenului şi înlesneşte fecundarea (reproducția), grăbeşte formarea calusului şi a cambiului la viţa-de-vie, are efect de protecție a sfeclei de zahăr față de putregaiul inimii sfeclei de zahăr (*Pleospora betae f.c. Phoma betae*), măreşte cantitatea şi calitatea producției la unele plante tehnice. În viziunea engleză a Wikipediei, borul este considerat şi ca un activator al transportului hidraților de carbon în plante. Autorul respectiv insistă pe însuşirile de regularizare metabolică a plantelor. Lipsa accentuată conduce la degradarea mugurelui terminal şi la căderea mugurilor florali la pomi.

Zincul. Este, la rândul lui, un element esențial, necesar plantelor, organismelor animale şi microorganismelor. După unele surse (NRC 2000), zincul a fost găsit în circa 100 enzime, iar după alții în circa 300, unde serveşte ca ion structural al factorilor de transcripție. Cu deosebire este transferat şi depozitat în unele metallothione (MT), o familie de proteine din grupa cistinelor cu greutate moleculară mică. Genele MT sunt responsabile de activarea unor promotori în diferite domenii de expresie a genelor (Metal Response Elements – MRE) vinovate uneori de boli la animale şi oameni (cancer, autism etc.).

La nivelul proteinelor ionul de zinc coordonează lanțurile aminoacizilor în cazul acidului aspartic, glutamic, cistine şi histidine (Brand G. şi colab., 2009).

În zona enzimelor zincul este uzual un agent catalitic al reacțiilor de hidroxilare şi a altor reacții enzimatice. Spre exemplu, zincul este conținut în anhidraza carbonică şi în carboxipeptidază unde este vital pentru procesele de regularizare a CO_2 şi de digestie a proteinelor. Pentru sănătatea umană zincul în cantități foarte mici (0,002%) este deosebit de important, intervenind în formarea globulelor sângelui. Stimulează şi reglează activitatea hipofizei şi a glandelor genitale şi joacă un mare rol în funcționarea pancreasului.

În mod natural zincul se găseşte în alimentele care pleacă din culturile de grâu, orz, sfeclă roşie, varză, spanac, roşii, piersici, portocale, grapefruit şi altele.

Aplicarea zincului pe solurile din România şi Europa este foarte puțin probabilă pentru că există suficient ion cât să aprovizioneze necesarul plantelor. Absența totală a ionului conduce la blocarea transcripției formării unei cantități importante de enzime şi proteine, la blocarea creşterii plantelor şi la reducerea semnificativă a recoltelor şi a calității lor. Pe de altă parte, zincul în exces este dăunător atât pentru plante cât şi pentru microorganisme. La doze mari este considerat poluant, toxic şi trebuie tratat ca atare. La doze care

depăşesc limitele de toleranţă ale organismelor, moartea se produce instantaneu.

Manganul. Ca mulţi alţi ioni, manganul (Mn^{2+}) este un activator al numeroaselor enzime care participă la formarea clorofilei şi stimularea fotosintezei, la reducerea nitraţilor, la activarea promotorilor genetici pentru formarea proteinelor şi a vitaminei C. Absorbţia manganului în plante are loc sub forma de ion (Mn^{2+}) şi este favorizată de un conţinut potrivit al apei în sol, corelându-se şi cu aciditatea solului (figura 312).

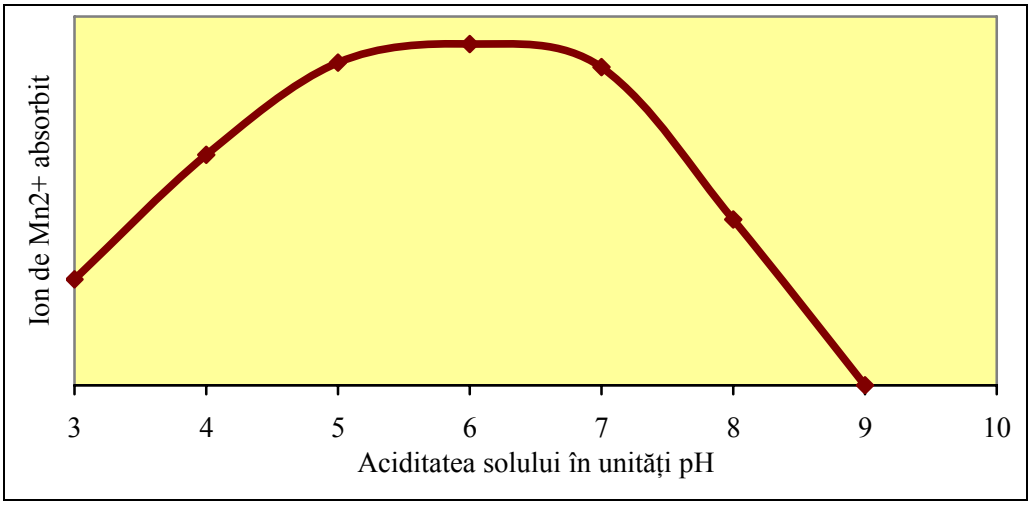


Figura 312. **Evoluţia absorbţiei de mangan în plante în funcţie de aciditatea solului. Cea mai mare absorbţie are loc la un pH între 5 şi 6,5** (**Sursa:** viziune personală a autorului după numeroase surse)

Figura 313. **Simptomele carenţei de mangan la *Rosa canina***

Aplicarea manganului ca îngrăşământ izolat nu este practicată. De regulă, el face parte din sistemul de îngrăşăminte foliare pe bază de microelemente. Din acest complex de formulări speciale cu aplicabilitate foliară nu lipsesc de regulă azotul, magneziul, calciul, fierul, zincul, cuprul, manganul şi borul. O astfel de formulare înglobată în proteine organice de tip vegetal este prezentă şi pe piaţa românească şi răspunde solicitărilor unei agriculturi moderne. Produsul este cunoscut sub denumirea de Bio-mixt-fyt, microelementele sunt sub formă de chelaţi şi au următoarea compoziţie chimică:

- Substanţă organică 18%
- Azot sub formă organică 2%
- Magneziu (Mg) 2,5%
- Calciu (Ca) 2%
- Fier (Fe) 0,7%
- Zinc (Zn) 0,5%
- Cupru (Cu) 0,3%
- Mangan (Mn) 0,5%
- Bor (B) 0,3%.

Produsele se aplică prin stropiri repetate (1 - 3) în doze recomandate şi maximum 3 aplicaţii. Subliniem că asemenea produse sunt numeroase pe piaţă, dar ele nu pot înlocui îngrăşarea de bază cu gunoi de grajd, îngrăşăminte verzi sau, în limitele necesare, îngrăşămintele de sinteză.

Molibdenul. Este un element aparţinând grupei 6 din tabelul lui Mendeleev cu simbolul Mo şi numărul atomic 42. În organismele vii şi deci şi în plante şi bacterii molibdenul este activ sub formă de heteroatom metalic, sub formă de plasamente active în diferite enzime. Este determinant activ în fixarea azotului de către bacteriile fixatoare, asociative sau simbiotice, făcând parte din constituţia enzimei denumită nitrogenaza, o coproteină Fe-Mo. Ea este prezentă în faza finală a reducerii azotului molecular ($N \equiv N$) $\rightarrow$ NH_4. În lipsa molibdenului în sol, acesta poate fi înlocuit (dar în cazuri excepţionale) cu vanadiu; structura centrului catalitic al enzimei este asemănător cu al coproteinei fier-sulf. Aceasta include Fe_4S_3 şi numeroşi clusteri $MoFe_3S_3$ (Dos Santos P., 2008). Şi, deşi molibdenul formează compuşi cu diferite molecule organice, inclusiv cu carbohidraţii şi aminoacizii, el este transportat în întregime în organismele vii sub formă de MoO_4^{-2} (Mitchell P., 2009). Molibdenul este prezent în circa 50 de enzime (cunoştinţe la nivelul anului 2002), cele mai multe în bacterii, dar numărul lor creşte în fiecare an. Printre principalele enzime ce conţin Mo enumerăm: aldehid-oxidaza, xantin-oxidaza. Excesul de molibden afectează sinteza proteică, metabolismul şi creşterea.

Dar cel mai important rol al molibdenului în natură este acela de cofactor al formării şi activării nitrogenazei, enzimă ce se află în sol în diferite bacterii fixatoare de azot şi care trăiesc la interfaţa dintre aerobic şi anaerobic. Nitrogenaza este formată de microorganisme în condiţii aerobe, dar este descompusă de oxigenul în exces, aşa cum poate fi inhibată şi de surplusul de hidrogen (Berca M., 2008). Pentru aceasta, în agricultura modernă se practică lucrări specifice destinate menţinerii şi creşterii nitrogenazei în sol, ca factor de bază al folosirii cu succes a azotului molecular din aer şi a înlocuirii celui de sinteză industrială.

Molibdenul se găseşte în cantităţi suficiente în solurile din România şi din Europa. În cele mai multe formulări cu microelemente, molibdenul nu apare. Cerinţele de molibden pot să apară pe solurile acide cu un pH<6. Lipsa molibdenului afectează îndeosebi leguminoasele din cauza neformării nitrogenazei. Mai apar carenţe la unele legume precum spanacul, salata, tomatele, pepenii, dovlecii şi pomii (figura 314).

Figura 314. **Carenţă de molibden la cucurbitaceae (dovleac), culturi cu mare necesar în acest element** (**Sursa:** Aggiehorticulture)

Ca preparate fertilizante cu molibden se aplică molibdat de sodiu, 0,65 kg/ha dizolvat în 300 litri apă tratamente pe vegetaţie. Se poate trata şi solul cu 2,2 kg/ha sau seminţele plantelor cu 0,5 l/soluţie/tonă seminţe cu o concentraţie

de 0,2% molibdat de sodiu. Există şi alte produse care se aplică dominant prin tratamente foliare precum Ec. Fertilizer Brassitrel cu următoarea componență:

– 5% bor (B)
– 7% mangan (Mn)
– 0,4% molibden (Mo)
– 13,3% oxid de magneziu (MgO) = 80% magneziu (Mg)
– 36,3% trioxid de sulf (SO3) = 14,5% sulf (S)

Se foloseşte în condiții de necesitate (carență generată de exces de azot în sol şi plante) în doză de 3 kg/ha, dizolvat în 200.300 l apă. Se aplică 2-3 tratamente pe an.

10.12.2. Cuprul

10.12.2.1. Funcțiile microelementului în plante

Cuprul se absoarbe sub formă de ion bivalent Cu^{2+}, de cele mai multe ori din sol, şi foarte puțin prin frunze (din aer). Dintre funcțiile lui enumerăm pe următoarele:

– Participă la sistemul de transport al electronilor în ambele sensuri, atât în fotosinteză cât şi în respirație.

– În procesul de fotosinteză cuprul face parte din enzima denumită plastocyanină; în fond, plastocyanina este o proteină care leagă cuprul exact pentru preluarea şi transferul electronilor (Tutorvista) după următoarea reacție chimico-energetică - plastocyanina (Cu^{2+} Pe) este redusă de către cytocherom astfel:

$$Cu^{2+}\ Pe + e^{-} \rightarrow Cu^{+}Pe$$

După disociere, $Cu^{+}Pe$ difuzează prin lumen, şi după recunoaşterea, găsirea lui $P200^{+}$, are loc oxidarea lui [Cu^{+} Pe] după reacția $Cu^{+} \rightarrow Cu^{2+}Pe + e^{-}$. Potențialul redox este de 370 mV şi pH-ul izoelectric = 4 (după Anderson şi colab., 1987).

– Cuprul Cu^{+} constituie şi o punte de legătură între fotosistemul 1 şi 2, prin intermediul agentului denumit cytocrome (e vorba aici de cytochrome C oxidaze).

– Cuprul este implicat de asemenea în fabricarea ligninei (în special a pereților celulari), în metabolismul glucidelor şi formarea producției, mai ales la cereale şi porumb.

– Împreună cu zincul, cuprul intră şi în alcătuirea superoxid-dismutazei (SOD) care este un foarte important antioxidant şi care protejează celulele atunci când sunt expuse la cantități foarte mari de oxigen.

10.12.2.2. Deficitul de cupru şi efectele lui

Arătam mai sus că micronutrientul cupru este foarte important pentru formarea producției de cereale. Cuprul este preluat în boabele de cereale în cantitate de 8-30 g/ha/an, o cantitate extrem de mică dacă o comparăm cu elementele majore 6-70 kg/ha (azot, fosfor, potasiu şi sulf) (Solberg şi colab., 1995).

10.12.2.3. Cuprul în relațiile cu solul

Conținutul solului în cupru mobil (ionic) se corelează cu textura solului, materia organică şi pH-ul solului.

Carențele de cupru pot să apară mai frecvent pe solurile cu textură nisipoasă sau luto-nisipoasă (vezi figura 315).

Figura 315. **Carenţa de cupru în cultura de orz (după Evens) generată de aprovizionarea minimă a solului şi trecerea de la o textură medie la una nisipoasă (Guvernul Alberta)**

Solurile medii şi cele argiloase dețin de regulă suficient cupru. Cuprul este strâns legat de materia organică a solului. Din această cauză, solurile scheletice sunt sărace în Cu, dacă mineralul nu-l are în componența lui. Sub formă ionică, cuprul nu se găseşte în roci, el se găseşte în cantități îndestulătoare în solurile bogate în humus, sau materie organică în transformare.

Gunoiul de grajd influenţează favorabil disponibilitatea cuprului, şi la fel o serie întreagă de alte materiale compostate. pH-ul redus influenţează favorabil disponibilitatea cuprului. Dacă însă pH-ul creşte la 7 şi peste, disponibilitatea lui pentru plante se reduce (Solberg şi colab., 1995). O nutriţie excesivă cu azot întârzie migrarea cuprului de la frunzele bătrâne spre vârfurile de creştere, carenţa de cupru devenind repede prezentă şi activă. Nivelurile ridicate de fosfor, zinc, fier, mangan şi aluminiu restricţionează absorbţia cuprului de către rădăcinile cerealelor.

10.12.2.4. Rolul cuprului în creşterea plantelor

Deoarece cuprul participă la formarea clorofilei, la sinteza proteinelor, la derularea corectă a respiraţiei şi ajută şi metabolismul glucidelor, plantele au nevoie de el. Cuprul nu poate şi nu trebuie să lipsească din plante, pentru că el participă efectiv la funcţionarea sistemului fotosintetic. În absenţa lui, sinteza biochimică a glucozei se blochează, iar blocajul continuă pe lanţul biosintezelor produselor de bază (îndeosebi proteine şi polizaharide).

Speciile de cereale sunt deosebit de sensibile la carenţa de cupru. În mod obişnuit această sensibilitate are următoarea înşiruire:

grâu toamnă > grâu primăvară > orz > ovăz > triticale > secară

În aceleaşi condiţii de cultură secara preia din sol de două ori mai mult cupru decât grâul, deci:

Absorbţie Cu secară = 2x absorbţie Cu grâu în aceleaşi condiţii (Solberg şi colab., 1995).

Cu privire la toleranţa soiurilor faţă de dozele mici de Cu s-a constatat că aceasta variază în aceiaşi parametri, adică este la fel de mare sau mică ca şi diferenţele, variaţiile care se înregistrează între specii.

Rapiţa este o cultură relativ tolerantă la lipsa cuprului, dar răspunde pozitiv la adaosul de Cu^{2+} în sol, în timp ce inul este foarte sensibil.

Există şi diferenţe genetice care pot explica diferenţele de sensibilitate ale diferitelor culturi la cupru. Acestea sunt prezentate în caseta de mai jos (Solberg şi colab., 1995).

– reţinerea redusă a cuprului de către ţesuturi
– rate, intensităţi diferite de absorbţie a Cu^{2+} de către rădăcini
– eficienţă diferită în transferul Cu^{2+} de la rădăcini spre foliaj.
– o explorare diferită a solului de către rădăcini (ex. *Phacelia*).

10.12.2.5. Simptomele generate de deficienţa de cupru

La cereale, simptomele vizibile sunt asemănătoare la toate speciile. Cu toate acestea, este de reţinut faptul că producţia de cereale poate fi redusă cu 20% sau mai mult, fără a fi remarcate simptome vizibile ale carenţei.

În momentul în care simptomele vizuale apar, deja depresiunea de producţie este implementată genetic în metabolismul plantelor. Trei astfel de simptome fotografiate de acelaşi Evans sunt prezentate în figurile 316, 317 şi 318.

Figura 316. **Carenţa de cupru cauzează la orz, în acest caz, sterilitatea polenului şi lipsa formării boabelor.** Sterilizarea florilor masculine deschide calea unor polenizări încrucişate sau a infecţiilor cu cornul secarei (*Claviceps purpurea*) la secară

Figura 317. **Simptomele de mai sus, cauzate de lipsa cuprului, pot fi asemănătoare cu cele ale erbicidelor din grupa fenoxi.** Este vorba însă de carenţa de cupru, pentru că tratamentele cu erbicide nu se pot face în această fază.

Precizăm, de asemenea, că autorii mai sus citaţi au clasificat carenţa în cupru în trei categorii, şi anume:

- Carenţa redusă → Pierderi de producţie, 5-20% boabe şi 0% paie.
- Carenţă moderată → pierderi de producţie, 20-50% boabe şi 0-10% paie.
- Carenţă severă → pierderi de producţie, 50-100% boabe şi 10-20% paie.

Figura 318. **Fiecare mănunchi de orz a întârziat în evoluţie cu cel puţin 10 zile, datorită carenţei de cupru.** Dreapta - martorul.

Pentru evaluarea simptomelor şi a pierderilor sunt descrişi 15 indicatori specifici, fiecare operând la una, două sau la toate trei categoriile, intensităţii de carenţă Cu^{2++}. De exemplu, indicatorul: susţinerea sau ofilirea urmată de frângere la mijlocul tulpinii indică o carenţă severă în timp ce indicatorul: vlăguirea tulpinii la punctele de alongaţie indică o carenţă mică sau medie care conduce oricum la pierderi mari de producţie.

Un alt indicator principal, întârzierea maturității, acumulării şi coacerii (prezentat şi în figura 319) maturitatea întârzie cu câteva săptămâni, este prezent în toate cele trei faze ale intensității carenței. De foarte multe ori producția este compromisă.

În figura 319 autorul lucrării a găsit pe un teren de orz din Câmpia Burnasului carență de cupru pe spicele de orz. În opinia noastră, carența a fost provocată de un exces de uree aplicat şi care a blocat accesul cuprului în sol. Aceasta pentru că în sol nu s-au găsit minusuri de ion de Cu^{+}.

Figura 319. **Carenţe de Cu pe un sol cernoziomic din Câmpia Burnasului generat de îngrăşarea excesivă cu uree** (foto M. Berca, 26.05.2010)

10.12.2.6. Conținutul de cupru în sol în relație cu carența acestuia

Diagnosticarea conținutului de cupru din sol prin analize de laborator este metoda cea mai bună de evaluare a potențialei carențe. Criteriile luate în calcul pentru încadrarea conținutului de cupru din sol în diferite trepte de manifestare a cuprului sunt cuprinse în tabelul 67 (după Solberg şi colab., 1995).

Tabelul 67

Nivelul cuprului în sol pe adâncimea de 0 - 15 cm a solului care exprimă diferite grade de carență
(Solberg şi colab., 1995)

Parametru	Caracterizare sol
sub 0,4 ppm	deficient - carenţă
0,4 - 0,6 ppm	la limită, carenţă posibilă
0,6 - 1 ppm	deficitul apare rar
> 1 ppm	uzual - nu mai apare carenţă

Mai puțin în România, dar mai frecvent în țările cu soluri scheletice şi mai puțină materie organică, carența de cupru apare, şi apare şi necesitatea de a se completa deficitul pentru atingerea performanțelor susținute de tehnologiile moderne.

Răspunsul culturilor la aplicarea îngrăşămintelor depinde foarte mult de profilul solului vizavi de cupru, răspunsul plantelor fiind cu atât mai mare cu cât scade conținutul de Cu^{2+} în profunzimea profilului (tabelul 68).

Tabelul 68

Cupru pe profilul solului (ppm) şi necesitatea aplicării îngrăşămintelor cu cupru (Solberg şi Evans, 1995)

Adâncimea	Probabilitatea răspunsului la îngrăşare	
	mare	***mică***
0 - 15 cm	0,5	0,4
15 - 30 cm	0,4	1,2
30 - 60 cm	0,4	2,8

Deficiența de cupru se manifestă frecvent în primii 15 cm ai solului, dar rămâne la un nivel variabil în adâncime. Când acesta se găseşte sub 0,5 pp inclusiv în straturile mai profunde de până la 60 cm, aplicarea îngrăşămintelor găseşte un răspuns pozitiv din partea plantelor. Dar chiar dacă acesta se găseşte în cantități mici în primii 15 cm şi creşte concentrația acestuia pe intervalul 15-60 cm, răspunsul culturii de grâu la îngrăşarea cu cupru va fi mic şi nesemnificativ.

Un răspuns pozitiv al creşterii cerealelor la îngrăşarea cu cupru ar putea avea loc în sezoanele secetoase, căci disponibilitatea cuprului pentru plante poate fi influențată favorabil şi de activitatea biologică a solului, încetinită mult în sezoanele şi regiunile secetoase şi reci.

10.12.2.7. Fertilizarea cu cupru

Aplicarea îngrăşămintelor cu cupru, atât la sol cât şi foliar, devine eficientă atunci când este depăşită limita deficitului, a carenței cuprului în sol. Aplicarea la sol este mai frecvent utilizată deoarece o singură aplicație poate fi eficientă un număr mai mare de ani. O aplicare foliară devine necesară la semnalarea carenței în stagiul lăstăririi întârziate. În tabelul 69 se prezintă modele de aplicare şi produse pe bază de cupru, şi răspunsul grâului la aceste tratamente (Solberg, 1995).

Tabelul 69

Răspunsul suprafețelor cultivate cu grâu la fertilizările cu cupru în apropiere de Tofield, Alberta (Solberg, 1995)

Metodă, producţie / Variantă	Metoda de aplicare	Producţia medie 3 ani	
		kg/ha	*%*
martor (mt)		2868	100
chelat de cupru	stropirea solului	3846	134,1
sulfat de cupru	tratament la sămânţă	3651	127,3
sulfat de cupru	în bandă	3268	113,9
sulfat de cupru	o dată cu semănatul, amestecat în maşină	3912	136,4

10.12.2.8. Îngrăşămintele cu cupru

Cel mai adesea se aplică sub formă de **sulfat de cupru**, în doze de până la 2 kg/ha s.a. metal Cu, cu mențiunea că este foarte coroziv pentru metale şi pentru aplicare este necesară o aparatură construită din mase plastice speciale.

Sulfatul de cupru are şi un efect fungicid semnificativ, motiv pentru care nu se aplică pe solurile micorizate. Pe aceste soluri sunt preferate tratamente foliare.

Chelații de cupru sub formă de soluție conțin 5 - 7,5% cupru (Cu^{2++}) şi sunt destinați atât tratamentelor la sol cât şi tratamentelor foliare în doze de zece ori mai mici decât ale sulfatului de cupru. Perioada de răspuns ale culturilor este însă mai limitată (tratament valabil de termen scurt, necesită la nevoie repetare).

Fertilizatori granulați cu cupru: ***de cele mai multe ori cuprul nu se aplică singur ci în combinații formulate granulat cu alți nutrienți importanți.***

Micro Blue – este un granulat pe bază de azot, fosfor, sulf, şi care conține şi 3% cupru, special dezvoltat pentru solurile cu deficit de cupru.

Numărul formulărilor la nivel mondial este extrem de ridicat, şi uneori adaptat condiţiilor de aplicare.

Reacţia diferitelor culturi la îngrăşarea cu cupru pe solurile cu deficit în acest element este diferită, în funcţie de toleranţa lor (tabelul 70).

Tabelul 70

Reacţia diferitelor culturi la fertilizarea cu cupru pe solurile cu deficit în acest microelement (Solberg şi colab., 1995)

Cultura	Răspunsul (reacţia)
grâu	mare
in	mare
sorg sămânţă	mare
orz	mediu - mare
lucernă	mediu - mare
ovăz	mediu
porumb	mediu
mazăre	mic-mediu
trifoi	mic-mediu
rapiţă	mic
secară	mic
ierburi furajere	mic

În România fertilizanţii cu cupru nu se aplică niciodată singuri, şi în niciun caz la sol. De fapt, solurile cu potenţial deficit de cupru (solurile nisipoase, cele scheletice) sunt la nivelul anului 2010 de necultivat în România. Există însă numeroase combinaţii de fertilizanţi cu microelemente, care îşi găsesc o aplicare de performanţă în culturile de legume, pomi, viţă de vie, şi mai rar în culturile cerealiere.

10.12.3. Fierul (Fe)

Iron – în limba engleză
Eisen – în limba germană

10.12.3.1. Relaţia cu plantele

Fierul ca ion metalic Fe^{2+} se situează la interfaţa între microelemente şi macroelementele din categoria a doua, şi joacă un rol important în metabolismul formării clorofilei şi a dezvoltării fenomenului de fotosinteză, respectiv de formare a materiei organice primare (figura 320).

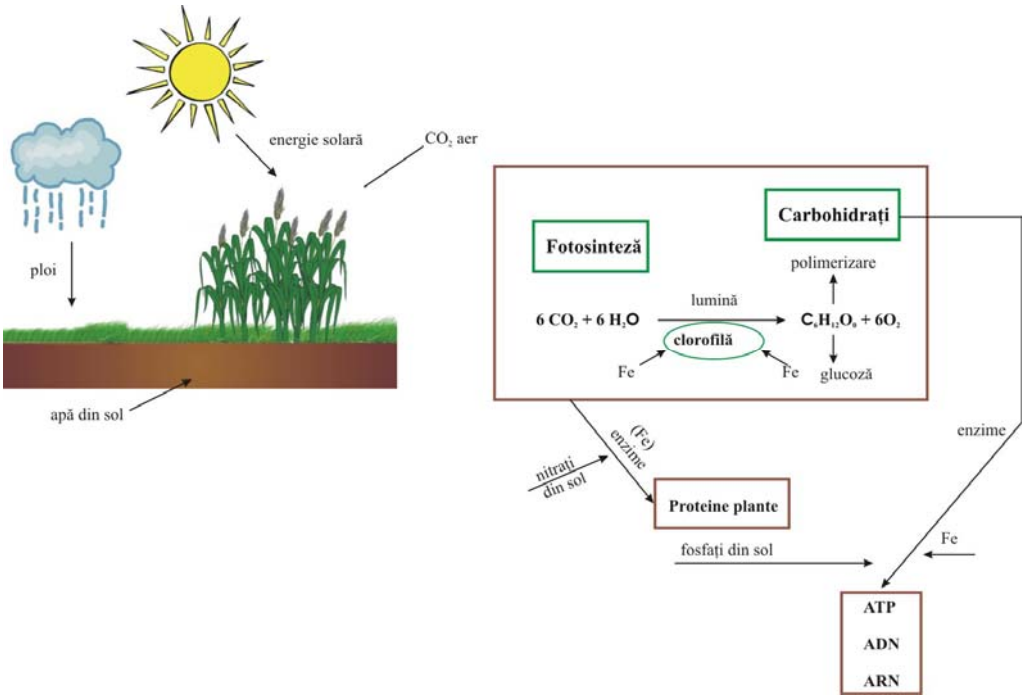


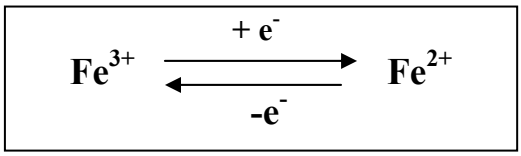
Figura 320. **Schemă a intervenţiei fierului în funcţionarea fotosintezei şi a evoluţiei substanţelor sintetizate spre proteine şi acizi nucleici** (viziune autor)

Un rol important are fierul şi în procesul de formare a unei coproteine Fe-Mo, denumită nitrogenază, care participă la fixarea azotului atmosferic în indiferent ce formă s-ar produce (liberă, asociativă sau simbiotică) după reacția:

$$N_2 + 6H + \text{energie} = 2NH_3$$

nitrogenază

Fierul este parte activă a formării leghemoglobinei în nodozitățile leguminoaselor. Aceasta este asemănătoare ca şi conținut hemoglobinei din sânge, are o greutate moleculară de circa 0,25 x hemoglobină şi este activă în oxidoreducerea catalitică a fixării simbiotice a azotului. Fierul este component al unor enzime şi transportori de ioni precum: peroxidaza, catalaza, citocromii a, b, c, cu funcții în sistemul redox al celulei, poate şi pentru faptul că elementul în sine îşi poate schimba cu uşurință valențele.



În acizii nucleici (figura 320) el este prezent până la 20% şi este activ în vitalizarea proceselor metabolice coordonate genetic.

Este de asemenea activator al auxinei, şi deci al proceselor de creştere, fiind cunoscut şi ca stimulent al diviziunii celulare (Mihai Rusu şi colab., 2005). Fierul este preluat din sol fie din combinaţii feroase Fe^{2+}, şi mai rar din combinaţii ferice.

În funcţie de nivelul recoltelor şi specificitatea plantelor, fierul este extras din sol în cantităţi de ordinul zecilor de grame până la sute de grame. M. Rusu (2005) recomandă ca şi potenţial maxim de extracţie cifra de 200g/ha/an. Grâul, de exemplu, cultivat după porumb extrage 40-110 gFe/ha, dar cultivat după fasole extrage 70-104 g (Herra şi colab., 1988). Conţinutul de fier găsit în plante, după diferiţi autori este prezentat în tabelul 71 (preluat după Mihai Rusu, 2005).

Tabelul 71

Conţinutul în fier al unor plante (în ppm din s.u.)
(după diferiţi autori)

Planta	partea analizată	ppm Fe din s.u.	Planta	partea analizată	ppm Fe din s.u.
Grâu	seminţe	14-20	Morcov	rădăcini	55-62
	paie	200-220	Varză	căpăţîni	30-48
Secară	seminţe	20-23	Ceapă	bulbi	28-35
	paie	320-360	Vişin	frunze	64-77
Porumb	seminţe	60-75	Cireş	frunze	61-79
Cartof	tuberculi	35-48	Piersic	fructe	58-62
Sfeclă	rădăcini	30-46	Păr	fructe	50-56
Fasole	seminţe	90-110	Cais	fructe	45-50
Mazăre	seminţe	60-80	Căpşune	fructe	30-36
Spanac	frunze verzi	300-600	Prun	fructe	32-35
Salată	frunze verzi	200-400	Măr	fructe	14-20
Pătrunjel	frunze	50-62	Struguri	fructe	32-38

Relaţiile de schimb dintre sol şi plante sunt cu atât mai mari pentru absorbţia fierului cu cât planta disponibilizează prin rădăcini ioni de hidrogen (H+) în cantitate mai mare.

10.12.3.2. Fierul în sol

Provine din degradarea mineralelor litosferice, adică de acolo de unde se găseşte în cantităţi suficiente. Ca şi cantitate, în sol el ocupă locul 4 după oxigen (O), siliciu (Si) şi aluminiu (Al). Fierul este prezent în sol în două stări, stare solidă şi stare solubilă (ionică). Conţinutul total al fierului în sol variază foarte mult de la un sol la altul, oricum el depăşeşte cu mult necesitatea plantelor.

Conţinutul total al fierului în funcţie de sol variază astfel:

– cele mai mici cantităţi în psamosoluri (1,7 - 2,39%);

– cele mai mari cantităţi la pseluvosoluri roşcate (5,2 - 5,9%) (Rusu şi colab., 2005).

Altminteri, culoarea roşcată a solurilor indică întotdeauna un conţinut mai ridicat în Fe^{2+}, Fe^{3+}).

Fierul se găseşte în sol fie în mineralele primare rămase, prezente încă în partea anorganică a acestuia, fie în mineralele transformate, secundare de tipul argilelor şi a oxizilor hidrataţi ai fierului. În soluţia solului este prezent cel mai adesea sub formă de chelaţi*.

Fierul solubil din sol este acea cantitate de fier mobil şi care poate fi preluat sub formă de ioni de către plante. În general, ea este dată de solubilitatea hidroxidului de fier [$Fe(OH)_3$] care, la rândul ei, se corelează cu pH-ul solului; pH-ul afectează disponibilitatea tuturor elementelor nutritive *(figura 321).*

Ţinând cont de competiţia ionică în soluţie, de aciditate, de condiţiile fizice şi fizico-chimice (potenţial redox, raportul apă/aer etc.), conţinutul de fier, în ciuda cantităţii lui mari în sol, în formă solubilă se găseşte în cantităţi relativ mici.

* Chelaţii sunt complecşi metalici formaţi din agenţi de chelare (liganţi care leagă ionul central prin cel puţin 2 puncte coordinative, formând heterocicli, adică cicluri chelate) cu stabilitate superioară complexelor cu lignanţi monodentanţi care conţin aceleaşi grupe funcţionale, respectiv aceiaşi atomi donori. Grupările funcţionale ale lignanţilor sunt de regulă acide: COOH, -OH, - SH, în care ionul metalic substituie un hidrogen ionizabil formând legături covalent-ionice. Cu atomii de O, N, S ai unor grupări funcţionale, ionul central formează legături coordinative.

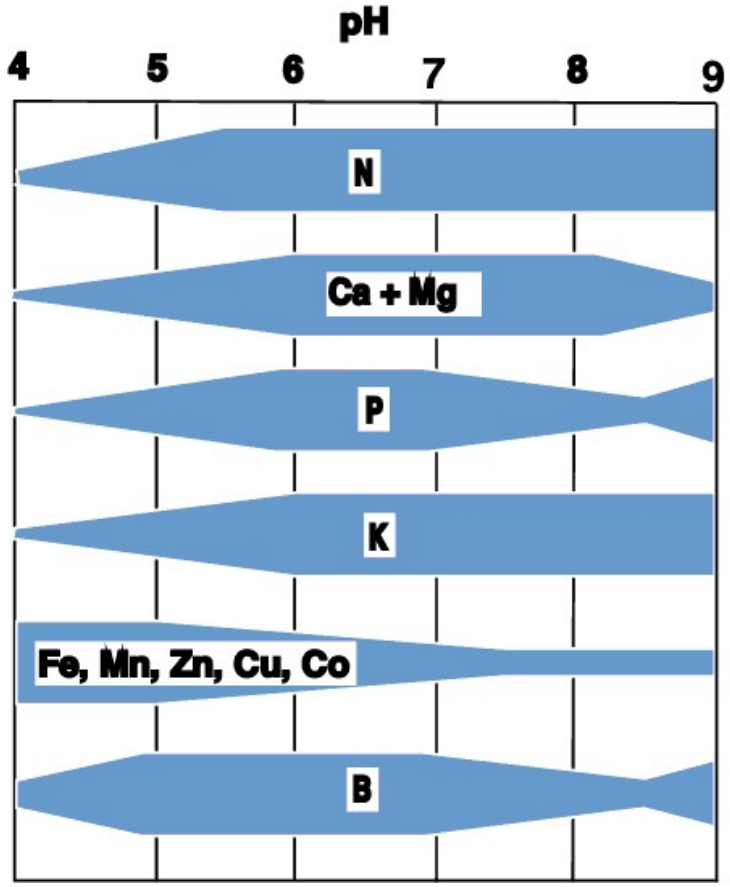


Figura 321. **Disponibilitatea pentru plante a diferitelor elemente de nutriţie în funcţie de pH-ul solului; Fe, Mn, Zn, Cu, Co preferă pentru uşurinţa disponibilizării şi absorbţiei soluri acide şi uşor acide**
(**Sursa:** Internet, căutare Google)

Formele ionice în care fierul intră în competiția ionică sunt următoarele:	Fe^{3+} $Fe(OH)_2$ $Fe(OH)^{2+}$ Fe^{2+}	chelați în evoluție

Formele solubile ale fierului sunt prezente în solurile României în cantitate de 1,5 - 20 ppm (Rusu şi colab., 2005). Pentru diferite soluri din România conţinutul de fier este prezentat în tabelul 72.

Tabelul 72

Conținutul solurilor româneşti în fier solubil exprimat în acetat de amoniu la un pH = 4,8

(preluat după Rusu şi colab., 2005)

Solurile	Fe - ppm nivele pe orizonturi genetice
Cernoziomuri	1,6 - 2,4
Brune eumezobazice (Eutricambosoluri)	3,2 - 3,6
Brune roşcate (Preluvosoluri roşcate)	1,5 - 3,8
Brune argiloiluviale (Preluvosoluri tipice)	3,7 - 4,6
Vertisoluri (Vertosoluri)	2,9 - 5,0
Brune luvice (Luvosoluri tipice)	4,2 - 10,6
Luvisoluri albice (Luvosoluri albice)	9,6 - 18,2

10.12.3.3. Carența de fier

S-a arătat că deşi fierul se găseşte per total în cantități suficiente în sol, atunci când este vorba să fie plasat în competiția adsorbtivă în sol, există mult prea mulți factori de blocaj şi despre care am scris mai sus. Deficiența de fier este cea mai frecvent întâlnită dereglare de nutriție cauzată de acest element.

Carența de fier se manifestă mai întâi la frunzele tinere, a căror rețea de nervuri este înrămată în verde, restul frunzei îngălbenindu-se. Cauza îngălbenirii o constituie nefuncționarea fotosintezei prin inhibarea formării clorofilei şi a blocării construcției enzimatice necesare transformării glucidelor în elemente specifice de creare a proteinelor şi altor forme de materiale de construcție organică.

Un exemplu de cloroză este prezentat la fasole, în figura 322. Tratamentele cu calciu şi alcalinizarea solurilor ca şi supradozarea aplicării îngrăşămintelor cu fosfor ajută instalarea bolii de carență. Tratamentele rapide cu fier sub formă de chelați pot rezolva problema pe termen relativ scurt.

Evaluarea solurilor în fața accesibilității fierului spre plante se face, în viziunea lui Just şi Pouget (1972-1973) citați de Rusu şi colab., (2005) prin anumiți indici denumiți impropriu, în viziunea noastră „sintetici", sau indici ai puterii de clorizare a solurilor. Ei sunt calculați în funcție de alcalinitatea solurilor generată de carbonatul de calciu, raportate fie la fier, fie la conținutul de humus al solului. Doi indicatori au pus la dispoziție autorii, şi anume:

$$\text{Indicatorul } 1 = \text{IPC}_1 = \frac{\text{CaCO}_3 - \text{activ} 1\% \times 10^4}{(\text{Fe} - \text{ppm})^2} \quad \text{şi}$$

$$\text{Indicatorul } 2 = \text{IPC}_2 = \frac{\text{CaCO}_3 - \text{activ1\%}}{\text{humus\%}} \times 10$$

Figura 322. **Carenţa de fier la fasole (*Phaseolus vulgaris*).** Se observă frunzele mai tinere îngălbenite, cu nervuri verzi care acoperă frunzele verzi mai în vârstă.

Interpretarea puterii de clorozare, adică a intensității carenței o fac autorii prin intermediul următoarelor două tabele (73 şi 74).

Tabelul 73

Evaluarea puterii clorozante a solurilor, intensitatea carenței utilizând indici PC (IPC), pentru viță-de-vie
(după ICPA, 1982, Răuță, 1982, Rusu şi colab., 1992)

Denumirea intensităţii clorozei	Limite IPC1	Limite IPC2	Portaltoiul tolerant
Nu este cazul	0	0	oricare
Mic	≤ 5	≤ 10	Riparia gloire; Kober 5BB, 41-B; SO_4-4
Mijlociu			Kober 5BB; 41-B; SO_4-4
Mare			41-B; SO_4-4
Foarte mare			niciunul

Tabelul 74

Evaluarea puterii clorozante a solurilor (intensitatea carenței) folosind indicatorul Rusu, utilizând conținutul în humus

(după Rusu şi colab., 1983)

Intensitatea clorozei	pH_{H2O}	$CaCO_3$ total %	$CaCO_3$ activ %	Humus %
Inexistentă	< 7,6	< 10	< 6	> 2,6
Incipientă - medie	7,6 - 8,3	10 - 20	6 - 11	2,6 - 1,7
Puternică (inclusiv dispariția butucilor şi uscarea pomilor)	> 8,3	> 20	> 11	< 1,7

În opinia noastră, utilizarea IPC-ului, elaborată de Just şi Pouget, este valabilă cu deosebire pe soluri scheletice, cu o mică capacitate de schimb cationic şi cu un indice ecologic al solului relativ redus (I_E = 2 - 3).

Pentru solurile bogate în humus şi cu o activitate biologică bine exprimată, chiar dacă solurile tind spre o reacție acidă, vitalitatea plantelor creează un potențial de absorbție al acestora şi fierul îşi face loc în ciuda concurenței cationice mari la nivelul rădăcinii, pătrunde în plantă şi rezolvă lipsa fierului (vezi şi figura 323).

Presiunea reală a lipsei fierului în condițiile unui pH de 7,5 şi a unor precipitații în jur de 450-500 mm, se observă realmente la un conținut în humus sub 2,1 - 2,7%. Peste acest conținut în humus, fierul nu creează probleme de deficiențe, mai ales dacă solul are o bună activitate biologică.

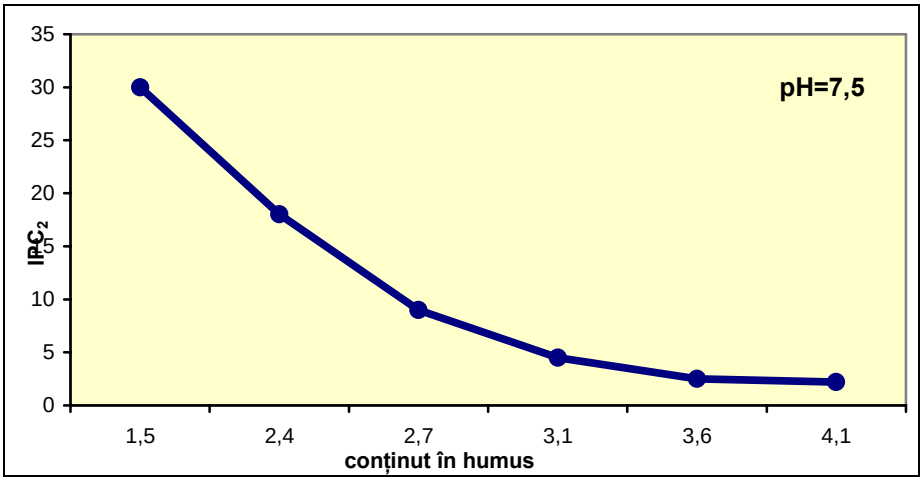


Figura 323. **Reducerea presiunii asupra absorbţiei fierului dată prin IPC_2, în funcţie de conţinutul în humus al solului, pe soluri ecologizate din sudul României la cultura de grâu Premium** (viziune originală)

Lambartini C.J. şi colab. (1988) explică că Fe-humatul se apropie mai mult prin soluția solului, lăsând ionul de Fe în soluție cât mai aproape de rădăcină. Pe de altă parte, la semnalele plantei aceiaşi humați preiau şi îndepărtează o parte din cationii concurenți, inclusiv pe cei de Ca. Fenomenul este cu atât mai important cu cât se pare că la comandă genetică planta lasă în sol ioni de hidrogen, tocmai pentru schimbul cu ionii de Fe (Devos, Pice şi colab., 1986). Pe de altă parte, dacă fierul se întâlneşte cu aluminiul, acesta din urmă fiind un ion mai puternic va bloca accesul fierului. Asocierea însă a fierului în complexe flopice favorizează accesul fosforului în plante chiar şi la aciditați mai ridicate.

10.12.3.4. Îngrăşămintele cu fier

Există două categorii mari de îngrăşăminte cu microelemente care se folosesc în prezent şi pe care le discutăm pe scurt. Pentru fenomenele generale de ecologizare a agriculturii care vizează conținutul acestei cărți, foarte importante sunt supercomposturile vegetale care conțin legături de 12-20% humino-ferice sau cu alte elemente. Ele pot fi aplicate atât la sol cât şi pe plante, legăturile metalelor cu acizii humici realizându-se prin intermediul unor clustere de molecule (chelați), pornind de la acizi sau săruri şi care sunt susținuți microbiologic în sol şi susțin la rândul lor fenomenele biologice ale acestuia într-un efort comun de îmbunătățire a relației sol-plantă.

O asemenea formulare este cunoscută sub denumirea de SUPĂ HUMUS cu 12% acid huminic lichid + microelemente şi cu efecte notabile în creşterea preluării microelementelor din sol (figura 324).

Asemenea produse apar din ce în ce mai frecvent şi constituie o modalitate de aprovizionare cu microelemente şi macroelemente de completare sau chiar pentru îngrăşarea de bază.

Rareori se aplică azi îngrăşămintele cu fier singure. Ele există însă în diferite formulări, precum:

– **Sulfatul hidratat de fier**: $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, cunoscut şi sub denumirea de calaican cu un conținut de: 20% Fe, 11,5% S, un produs ce asigură deci aprovizionarea cu două elemente din spectre relativ diferite de acțiune.

– **Sulfatul feric hidratat $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 4H_2O$,** cu următorul conținut în fier mai mare (23%) dar cu o solubilitate mai redusă. Alte îngrăşăminte posibil a fi utilizate dar care nu au rezonanță în practică sunt: fosfatul feros de amoniu $Fe(NH_4)PO_4 \cdot H_2O$ cu 29% Fe, polifosfatul de fier şi amoniu: $(NH_4)_2 \cdot SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$ cu 14% Fe etc. şi altele, care sunt şi greu de procurat, dar şi scumpe şi cu dificultăți în procesul de aplicare.

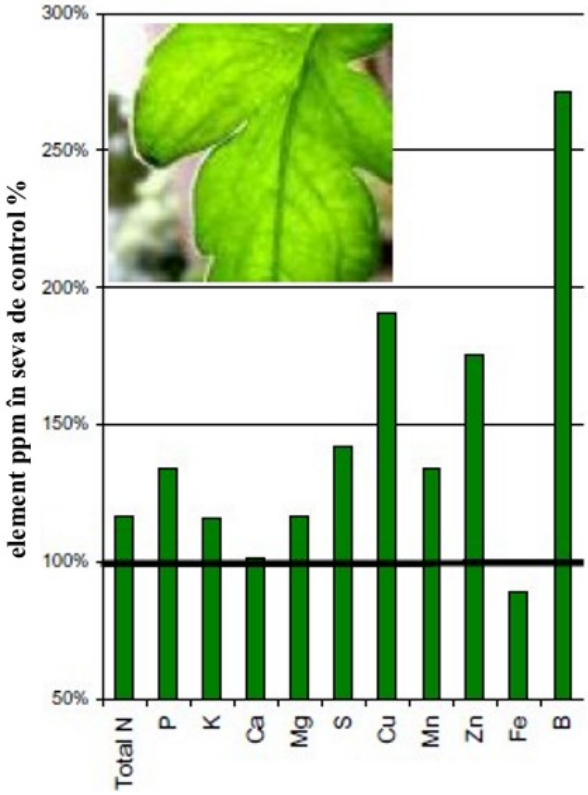


Figura 324. **Creşterea procentuală a nutrienţilor în seva de tomate tratate cu 20 l/ha supă humus prin comparaţie cu martorul** (**Sursa:** Agrochem fluid focus, 2007)

– **Chelații** prezenți pe piața românească sunt foarte numeroşi şi în general sunt clustere organo-minerale formate din sodiu şi fier în concentrație de 5-10% fier cu bună stabilitate. Partea organică a clusterului este formată din compuşi amino-etilenici. Se aplică la sol şi pe vegetație.

– **Gunoiul de grajd** aplicat în doze de 10-20 to acoperă orice necesar de fier, la fel şi alte composturi despre care vom orbi în capitolul următor.

10.12.4. Cobaltul (Co)

10.12.4.1. Funcții în creşterea plantelor, deficit nutriție

Există autori care afirmă că toate funcțiile cobaltului sunt legate de rolul său ca şi component al vitaminei B12 (www.e-scoala.ro). Deşi cobaltul nu este atât de discutat în mediile ştiințifice şi practice, el rămâne – în cantități foarte mici – indispensabil.

Încă din 1953, A. Clyde, citat de Borzo (1999) şi Davidescu (1992) susţinea că 34 plante furajere în care concentraţia de Co a fost între 0,01 şi 0,7 ppm în substanţă uscată au avut un conţinut mărit în formarea amidonului din tuberculii de cartof. S-a constatat, de asemenea, contribuţia cobaltului la creşterea membranelor celulare şi favorizarea creşterii greutăţii frunzelor de tomate.

Shimoski şi colab. (1994) susţin, şi la rândul lor sunt confirmaţi şi de alţi autori, că metalul în sine este un component principal al mai multor enzime şi coenzime. A fost, de asemenea, demonstrat faptul că acesta (cobaltul) poate modifica creşterea şi metabolismul plantelor verzi, în mărimi variabile în funcţie de prezenţa lui în solul care marchează rizosfera. Cobaltul reacţionează cu alte elemente pentru a forma alte complexe. Activitatea citotoxică şi fitotoxică a cobaltului se corelează cu proprietăţile fizico-chimice a acestor complexe, inclusiv cu structura lor electronică şi cu parametrii ionici.

Absorbţia şi repartiţia cobaltului în plante depinde în întregime de specie şi uneori chiar de subdiviziuni de specie, aceasta fiind controlată de mecanisme extrem de diverse şi nu întotdeauna îndeajuns de cunoscute. La alge, de exemplu, absorbţia este dictată de legea schimbului de ioni, însă la ciuperci există atât mecanisme independente ale metabolismului, cât şi unele dependente.

Procesul de absorbţie este influenţat, de asemenea, de diversele condiţii fizico-chimice ale solului precum salinitate, pH, temperatura solului ca şi de competiţia altor metale. În caz că mecanismele de control ale plantei vor permite intrarea în celule a unor cantităţi mai mari de Co, atunci ne putem aştepta la unele reacţii neconvenabile cum ar fi blocarea formării de ARN şi ADN, probabil prin modificarea unui număr mare de endo şi exonucleari. Acţiunea mutagenă a sărurilor de Co provoacă deranjamente la nivelul respiraţiei mitocondriale la diverse drojdii. S-a demonstrat, de asemenea, (Sumassi şi colab., 1994) că ionul de cobalt poate schimba sexul la unele plante cum ar fi cânepa (*Canabis sativa*) sau pepenele. Cobaltul încetineşte absorbţia fotoreversibilă a fitocromului în epicotilul de mazăre şi frânează uşor biosinteza hifelor la ciuperci.

Ca şi component al vitaminei B12, cât şi al coenzimei Co^{2+} facilitează fixarea azotului molecular în nodozităţile radiculare ale plantelor leguminoase. Însă în cazul cyanobacteriilor $CoCl_2$ inhibă formarea heterociştilor, blocând sau încetinind activitatea de fixare a amoniacului şi a activităţii reductazei nitraţilor. Pe de altă parte, cobaltul este component al coproteinei cobalt-fier, ca înlocuitor al molibdenului în situaţiile când acesta lipseşte din sol. Ori, coproteina constituie miezul enzimei nitrogenază care controlează întregul sistem de fixare biologică a azotului, indiferent în ce formă s-ar produce (liberă, asociativă sau simbiotică). Cercetări făcute de Riley Ian T. şi M.J. Dilworth (2006) au demonstrat existenţa fenomenului la *Lupinus angustifolius*

L. În condiţii de deficienţă de cobalt în sistemul plantă-sol, adaosul dozat de Co^{2+} a mărit atât concentraţia cât şi masa bacteroizilor, iar prin metoda reducerii acetilenei s-a măsurat cantitatea suplimentară de azot fixat.

Cercetările efectuate de Powric J.K. (1964) pe lucernă tânără cultivată pe soluri nisipoase au dus la concluzia că adiţia de cobalt alături de calcar a crescut foarte semnificativ producţia de azot per plantă nodulară, dar nu a avut niciun efect asupra plantelor care nu au avut nodozităţi. Creşterea cantităţii de azot numai prin adiţia de Co^{2+} a fost de 29-77% din producţia de biomasă uscată a lucernei.

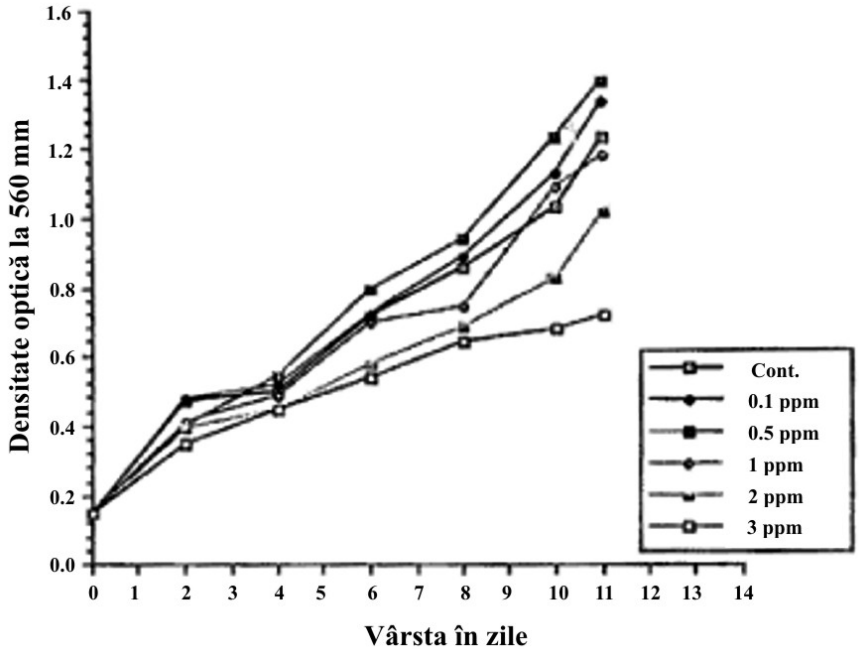


Figura 325. **Efectul diferitelor concentraţii (ppm) de Co2+ asupra creşterii speciei *Monoraphidium minutum* cu metoda densităţii optice la 500 nm.** Creşterea maximă se înregistrează la 0,5 ppm.

Vitamina B_{12}, sau cobalamina, participă la funcţii fiziologice şi biochimice majore în organismul plantelor şi animalelor. Cobalamina participă la activarea a două coenzime foarte importante, precum adenosil-cobalarin şi metil-cobalamin, implicate în interiorul celulelor în metiltransferază şi mutază. Vitamina B12 se îngrijeşte, de asemenea, de metabolismul proteic şi al acizilor nucleici, îndeplineşte funcţii în sinteza purinei şi pirimidinei, se preocupă de gruparea aminoacizilor în proteine, este prezentă în metabolismul glucidelor şi

al grăsimilor, iar la oameni promovează sinteza globulelor roşii şi performanţele sistemului nervos, afectate puternic în caz de deficit.

Alte cercetări efectuate pe organisme din zona planctonului (speciile *Monoraphidium minutum* şi *Nitschia perminula*) de către Sheekh şi colab. (2003) demonstrează că în acest caz cobaltul a avut efecte pozitive până la 5 ppm concentraţie.

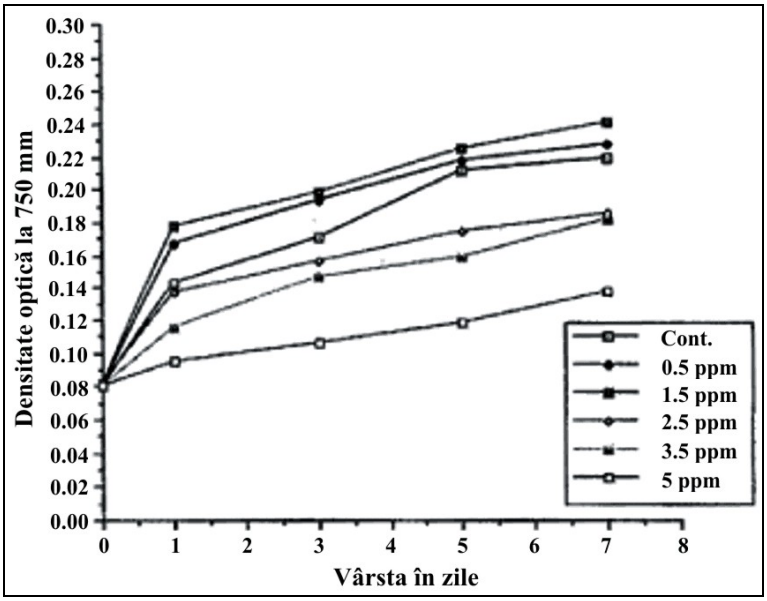


Figura 326. **Efectul a diferite concentraţii de (ppm) de Co2+ asupra creşterii speciei N. perminuta măsurată prin metoda densităţii optime la 750 nm.** Creşterea optimă se realizează până la 1,5 ppm. La 5 ppm creşterea algei este foarte redusă.

Co^{2+} (ppm)	Clorofilă		Carotenozi	Clorofilă	
	a	b		a+b	a/b
0.0	8.02	7.05	2.82	15.07	1.14
0.1	8.57	7.68	2.91	16.25	1.12
0.5	10.35	9.04	3.02	19.39	1.14
1.0	6.03	5.37	2.66	11.40	1.12
2.0	4.98	4.28	2.40	9.26	1.16
3.0	4.35	3,74	1.71	8.09	1.16
chl.a:F=2.0+02***; carotenoizi. F=2.7+03***; p≤0.001					

Figura 327. **Efectul diferitelor concentraţii de Co2+ (ppm) asupra conţinutului în pigment la *Monoraphidium minutum* după o incubare de 11 zile (μg+1 susensie algală).** Conţinutul în pigment clorofilian atât la clorofila a cât şi la clorofila b creşte până la 0,5 ppm Co2+, după care descreşte continuu şi energic la doza mare (3 ppm). Acelaşi lucru se întâmplă şi cu conţinutul de carotenoizi.

Concluzii:

Cobaltul este un micronutrient absolut necesar vieții plantelor. Spre deosebire de alte microelemente, cobaltul dispune de mai multe mecanisme de intersecție şi acțiune cu fiziologia şi metabolismul vegetalelor. Multe din mecanismele directe sau indirecte nu sunt în întregime cunoscute, dar ceea ce se ştie este faptul că:

– Este un component de bază al vitaminei B12 care interferează practic cu metabolismul proteic, al grăsimilor şi glucidelor, al ADN şi ARN.

– Este activ şi activează numeroase enzime şi coenzime conexe cobalaminei, cu rol important nu numai în lumea plantelor dar şi a animalelor şi omului.

– În fixarea biologică a azotului Co2+ s-a dovedit esențial atât pentru activarea nitrogenazei cât şi pentru catalizarea unor funcții ale fotosintezei legate îndeosebi de respirație.

– Cobaltul este un nutrient de graniță. În lipsă formează cloroze iar în exces de asemenea cloroze şi arderi de material vegetal.

– Îngrăşămintele cu cobalt nu sunt necesare pe solurile naturale ale României. Carențele pot apărea pe soluri nisipoase, silicioase, în care caz corecția se face prin stropiri cu chelați de ordinul a cel mult 3ppm.

– În exces cobaltul este poluant, la fel ca alte metale grele, cauzând mari pagube ecosistemelor şi pierderi uneori nerecuperabile datorită efectului mutagen al sărurilor sale.

– Şi totuşi, fără cobalt plantele nu cresc, legile lui Ciebling aplicându-se şi în acest caz. Managementul controlului nutrientului Co^{2++} este mai dificil decât al altora.

10.12.5. CromuL (Cr)

10.12.5.1. Funcții în creşterea plantelor, deficit nutriție

Despre crom se ştiu foarte puține lucruri. Alături de alte microelemente precum cobaltul, arseniul etc. se numără printre cele mai toxice. Intrarea lui dozată în plante este, prin urmare, foarte necesară. Ceea ce se ştie cu siguranță este faptul că el, cromul, este necesar a fi prezent în țesuturile şi celulele plantelor, iar printre funcțiile lui fiziologice enumerăm câteva cunoscute:

– Cromul are implicații mari în metabolismul glucidelor şi al lipidelor, atât la plante cât şi la animale. La plante, în lipsa cromului evoluția sintezelor spre produşi complecşi este încetinită sau blocată, în timp ce la oameni conduce repede la diabet.

– Atragem atenţia că proteinele Phytocrom nu conţin crom ci ele doar măsoară şi fac accesibile prin fotoconversie radiaţiile din spectrul roşu deschis, roşu închis. Din eroare, în literatură apar asemenea informaţii greşite.

Fleeman şi colab. (1988) analizând conţinutul de crom în diferite plante medicinale din zona Braziliei au găsit că în plantele medicinale hipoglicemice conţinutul în crom era de 1 - 4 μg/g în timp ce în celelalte plante studiate se situa între 0,5 - 1,5 μg/g. Cercetări asemănătoare au fost efectuate şi în Rusia cu rezultate aproape identice, dovedind faptul că probabil o proteină coordonată genetic coordonează activitatea antiglicemică a acestor plante medicinale (Akad. Nonc. Serv. Biologie, sept. 1996). Locova şi colab. consideră că aceste plante medicinale sunt adevărate surse de crom pentru acoperirea deficitului la om, şi că o sumă întreagă de mecanisme stau la baza efectului cromului asupra metabolismului alcaloizilor derivaţi ai quinolizidinelor, tropanelor, isoquinolinelor şi indolilor.

Baker şi Brooks (1989) susţin că la nivel global acumularea cromului în organismele vegetale este cu mult mai mică decât a nichelului. În general, speciile preocupate de acumularea sau hiperacumularea cromului sunt de natură exotică, la plantele de cultură fenomenul nefiind practic cunoscut.

Cercetările în acest domeniu sunt şi ele în mod surprinzător extrem de puţine. Cea mai insolubilă variantă a cromului, şi anume Cr^{+3} poate fi preluată de către plante din sol, numai după ce acesta este supus unor profunde mecanisme de solubilizare. Există apoi mecanisme puţin cunoscute de absorbţie a cromului solubil, de translocare compartimentală şi apoi de detoxifiere a cromului absorbit de către plantele însele. Eşecul oricăruia din aceste procese conduce la hiperacumulări ale cromului din sol.

Conform lui Cary şi colab. (1977) pe fondul unei solubilizări limitate a metalului, numeroase studii constată o corelaţie între cantitatea de crom solubilizată şi cea absorbită. Creşterea solubilităţii cromului poate avea loc fie prin chelarea metalului în zona periradiculară (rizosferă), sub influenţa unor acizi şi alte substanţe specifice elaborate de rădăcinile unor plante, fie prin reducerea pH-ului. Asemenea plante se numesc hiperacumulante şi printre ele se numără *Leptospermum scoparium* (fam. Mistaceae). Această frumoasă plantă care creşte abundent în zona Manuka din sud-vestul Noii Zeelande, este folosită atât în dendrologie cât şi în fabricarea uleiului de Manuka. Extinsă şi în Australia, ea creşte la nivel de arbust şi este destinată obţinerii mierii de Manuka (plantă meliferă) cu însuşiri curative deosebite. Ca plantă medicinală a fost utilizată de botanistul Joseph Banks în expediţiile sale în tratamentul diferitelor boli ale tractului intestinal, al vezicii urinare, boli de piele şi răni. Are şi puternice însuşiri antibacteriene (Wikipedia.org.de).

Figura 328. ***Leptospermum scoparium*** (Manuka) (Ende A., 1990)

Specia poate acumula până la 20.000 μg Cr g^{-1} în frunze, îndeosebi dacă se recoltează de pe terenurile tip rocă.

Specia în sine, prin analize chimice, a demonstrat că deține cantități mari din unele substanțe valoroase precum:

- sesquiterpine – regulator al funcțiilor histaminice ale celulei;
- triketone – antibacterial şi antimicotic;
- sesquiterpenole – regulatoare ale substanțelor cărăuşe, transportatoare ale organismului;
- metylglioxal – prezent în polen şi nectar cu acțiune antibacterială şi metabolică.

Conform Wikipedia, în limba germană toate aceste valoroase substanțe se dezvoltă sub efectul catalizator al cromului. Alte specii precum *Sutera fodina* (Zimbabwe) acumulează cantități şi mai mari de crom (figura 329).

O specie înrudită ei cunoscută ca *Dicoma nicolojua* acumulează de asemenea 30.000 μg Cr^{-1}.

Figura 329. ***Sutera fodina.*** **Specie mare acumulatoare de crom - 48.000 μg Cr^{-1}.**
Planta este decorativă şi de asemenea folosită în medicină

Se presupune că aceste plante dețin gena GmGST26-A (Texas University) care apare şi la plantele cultivate atunci când sunt tratate cu CrO_4^{2-}. De remarcat că plantele cultivate monocotiledonate, ca floarea-soarelui, soia, trifoiul, sunt cu mult mai rezistente la doze mai mari de crom decât monocotilele (orez, porumb, sorg etc.).

Cromul este, fără îndoială, indispensabil culturilor agricole, dar în doze mici 0,5-1 ppm. Această cantitate se găseşte, de regulă, în toate solurile României. În caz de carență, aceasta seamănă cu cea a excesului, toxicității (îngălbenire + necroză). Tratamentele cu totul izolate, şi numai pe nisipuri se fac de regulă cu produse sub formă de chelați, administrați foliar.

10.12.6. Seleniul

10.12.6.1. Funcţii în creşterea plantelor, deficit de nutriţie

Funcţiile seleniului în relaţiile cu plantele şi solul par a fi mai importante decât s-a crezut până în prezent. Deşi apare în cantităţi mici (foarte mici uneori) în plante, seleniul are o importanţă metabolică majoră de la cyanobacterii până la plantele superioare (Rotlinah, 2007). El este implicat în interesante mecanisme antioxidative. Deosebit de important este seleniul şi pentru animale, motiv pentru care plantelor furajere li se acordă o importanţă mai mare, atât în ceea ce priveşte absorbţia cât şi depozitarea lui în ţesuturile plantelor. Deşi importanţa fiziologică a seleniului la plantele superioare este încă sub semnul dezbaterii, acelaşi, autor mai sus amintit, consideră că seleniul poate creşte toleranţa plantelor la razele UV, care induc stresul oxidativ, întârziind maturarea plantelor, dar şi întârzierea maturării lăstarilor nou formaţi. Recent s-a constatat, de asemenea, că seleniul deţine interesante abilităţi regulatorii ale apei, îndeosebi în condiţii de secetă. Plantele rezistă mai bine la secetă în prezenţa seleniului.

Christensen Karin (2006) susţine că ştiinţific a fost depăşit momentul când seleniul era considerat ca un simplu element toxic. Plantele absorb seleniu din sol şi pe traseul metabolic al creării aminoacizilor poate înlocui frecvent sulful formând selenoaminoacizi. În figura 330 este prezentat cazul metioninei care se poate prezenta fie sub formă metioninică fie prin înlocuire sub forma seleniumetionină. Avantajul selenometioninei este acela că ridică valoarea furajelor animalelor unde lipsa seleniului poate conduce la deranjamente grave. Şi alţi aminoacizi pot accesa seleniul aşa cum este cistina în care caz se formează selenocistina. Ea este cea mai potrivită să formeze o dată ajunsă în animale noi combinaţii selenoproteine care protejează animalele prin îmbunătăţirea imunosistemului.

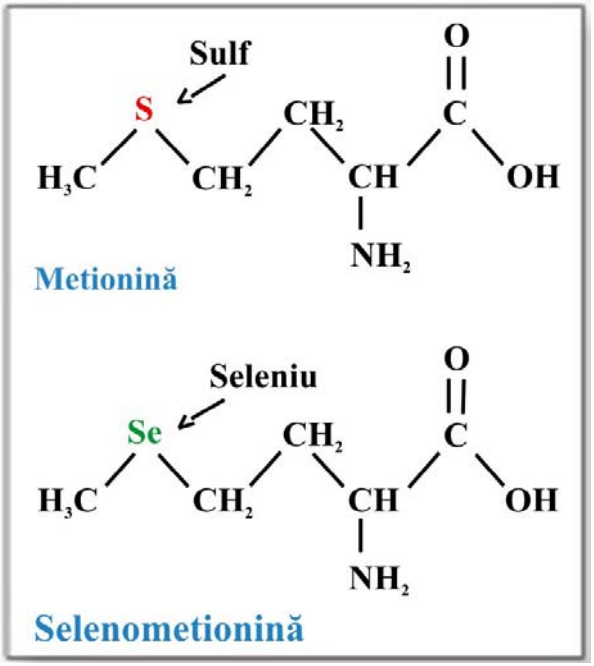


Figura 330. **Formarea selenometioninei prin înlocuirea sulfului cu seleniu.** Plantele funcţionează la fel cu oricare din cele două forme de macroelemente, seleniul sau sulful (Christensen Karin, 2006)

Cel mai important rol al seleniului este însă acela de antioxidant, deoarece este un component esențial al selenoprotein-glutation-peroxidazei. Glutation-peroxidaza protejează membranele celulelor de impactul negativ şi daunele cauzate de radicalii liberi formați din peroxid de hidrogen (apă oxigenată H_2O_2) fabricată în timpul metabolismului normal în celulele mitocondriale. Stresul poate provoca aşadar exces de peroxid de hidrogen (apă oxigenată) (H_2O_2) provocat de dezechilibrul dintre radicalii liberi din interiorul celulelor. Radicalii liberi dispun de un electron în plus, care-şi permit să-l sustragă din structurile chimice care alcătuiesc membranele celulelor. Sustragerea electronului continuă să se deplaseze de la o celulă la alta, sau mai bine zis de la o membrană la alta. Acest lanț de reacții provoacă pagube celulelor. Glutation-peroxidaza formată şi din selenoproteine transformă peroxidul de hidrogen în apă încă înainte de a se produce pagubele cauzate de radicalii liberi.

Vitamina E, la a cărei fabricare în organismele plantelor şi animalelor seleniul îşi aduce, de asemenea, o mare contribuție, urmează aceeaşi cale în stoparea lanțului reacțiilor cauzatoare de daune provocate de radicalii liberi

asupra membranelor celulare. S-a demonstrat deci că seleniul, respectiv vitamina E lucrează împreună în a preveni pagubele asupra membranelor celulare ale ADN-ului sau a altor structuri celulare provocate de radicalii liberi (figura 331).

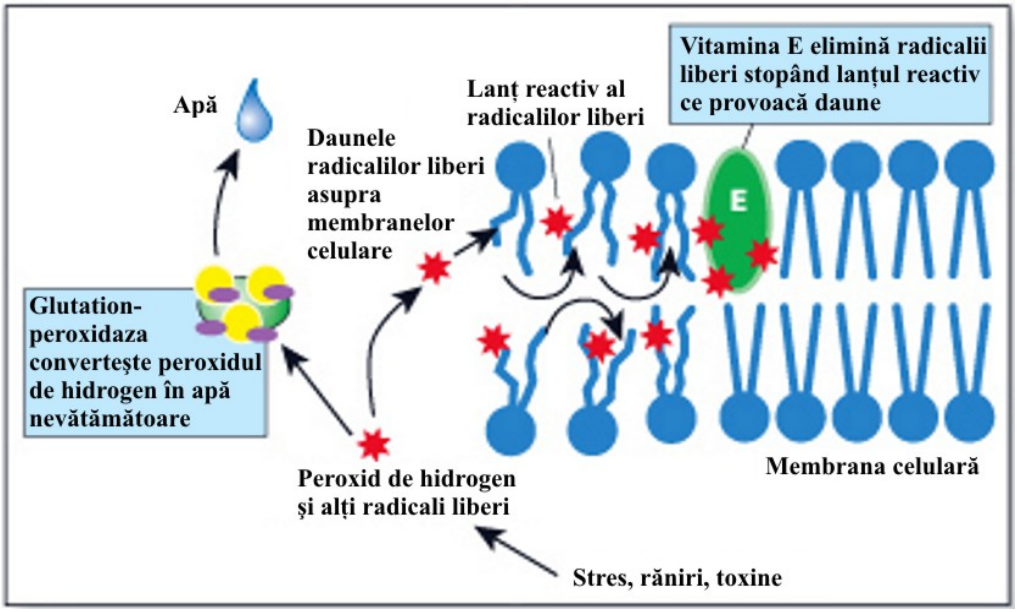


Figura 331. **Mecanismul prin care radicalii liberi distrug membranele celulare şi calea de distrugere a radicalilor şi de protecţie a membranelor celulare, cale în care este implicat seleniul** (autor)

Deficiența sau carența seleniului în plante se poate manifesta numai prin gradul de aprovizionare a solului cu acest micronutrient. Analizele diferitelor hărți la nivel mondial indică zone întinse cu deficit de seleniu care se transmit prin furaje animalelor. Deficitul de seleniu este mai vizibil la plante, dar este foarte periculoasă insuficiența lui în nutriția animală şi chiar a omului.

Din punct de vedere al clasificării solului în raport cu conținutul în seleniu întâlnim:

- soluri sărace în seleniu sub 0,5 mg Se/kg sol;
- soluri normal aprovizionate cu seleniu 1-2 mg/kg sol;
- soluri selenoferoase, bogate şi foarte bogate în seleniu (exces) în cantități de mii de mg Se/1 kg sol.

Din punct de vedere al conținutului plantelor în seleniu, distingem:

- plante cu conținut redus în seleniu < 1 μg g^{-1}, care cresc pe soluri sărace şi uneori normal aprovizionate;

- plante normal aprovizionate 0,4 - 0,6 μg g^{-1};
- plante care concentrează seleniu 30- 324 μg g^{-1};

Pentru o furajare fără probleme a animalelor, conținutul furajelor în seleniu ar trebui să fie între 0,04 şi 0,1 μg g^{-1}; în funcție şi de rația de vitamina E din furaje (Girling C.A., 1984).

Subliniem încă o dată, deşi aceste informații nu fac obiectul acestei lucrări, dar sunt extrem de utile agricultorilor, că lipsa seleniului în furaje conduce la numeroase şi grave boli animalelor cum ar fi:

- boli musculare (WMM) mai ales la oi şi vite;
- boli de reproducție, dominate de infertilitate, îndeosebi la bovine dar şi la oi;
- retenția placentei;
- moartea embrionilor;
- afecțiuni ale spermatogenezei şi ale funcțiunii spermei.

Animalele tinere sunt în permanență mai afectate decât cele adulte şi în vârstă (Flueck şi colab., 1990).

10.12.6.2. Ciclul seleniului în biologie

Trăsăturile de bază ale ciclului seleniului (figura 332).

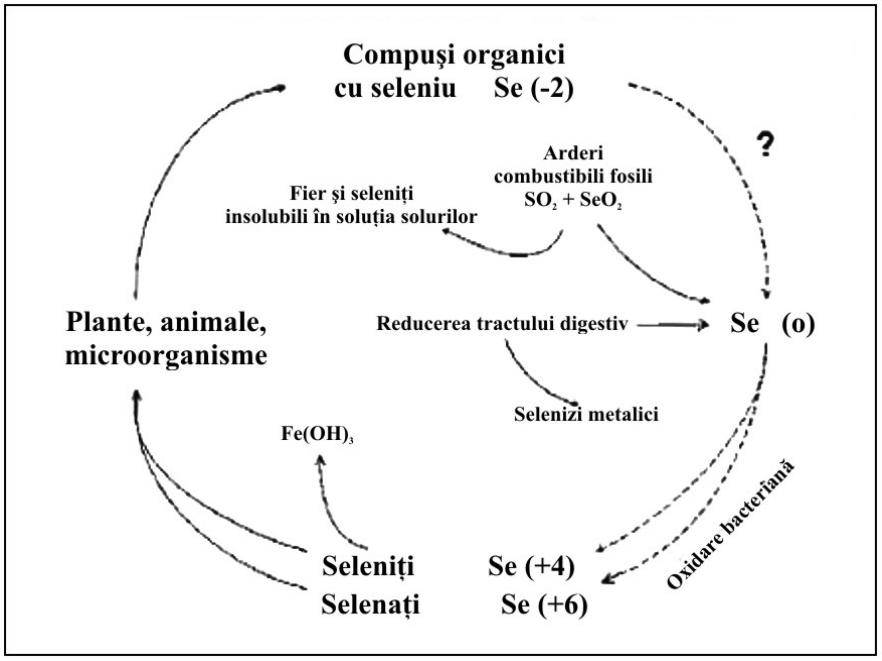


Figura 332. Ciclul biologic al seleniului (prelucrare după Shrif, 1964 şi Frost, 1972)

Seleniul apare în câteva forme diferite de oxidare:
– selenați [Se(VI)]
– seleniți [Se (IV)]
– Elimen (Se)
– Se (o)
– selenizi (Se -II)

Selenații (Se VI) constituie forma cea mai oxidată dintre toate, cu toate acestea numai seleniții sunt absorbiți în sol ca şi complexe stabile cu alte metale (Girling, 1984). Rata seleniului în mişcare este prezentată în anumite părți ale ciclului. Ea variază însă foarte mult de la o localitate la alta. Cel mai important factor care influențează această rată este cel oferit de activitatea umană. În ciclu se observă, de asemenea, că seleniul este redus şi oxidat de către organisme, plante, animale şi chiar microorganisme, unele specifice. Tendința generală este aceea de a reduce selenații în seleniți, mai ales ca aminoacizi. În zona biologică oxidarea seleniților în Se (o) nu este suficient descrisă. Aşa cum am arătat, anumite bacterii pot oxida Se (o) în sol. Fenomenul joacă însă un rol minor în mobilizarea seleniului pentru a putea fi preluat de plante.

Concluzii:

– Deşi descoperit ca microelement esențial în 1957, seleniul a căpătat o importanță mare ca prezență în plante, îndeosebi datorită transmiterii prin planta furajată a unui important microelement foarte necesar controlului sănătății şi performanțelor animalelor.

– Seleniul este parte integrată a sistemului enzimatic: glutation-peroxidaza (GLUTATHION: H_2O_2 oxidoreductază), cu funcțiuni esențiale în detoxificarea generată de H_2O_2 şi hidroperoxizi organici.

– În consecință, seleniul joacă un rol important în conservarea şi repararea membranelor celulare atinse de radicalii liberi, inclusiv la nivelul ADN.

– Preluarea seleniului din sol se poate face mai ales sub formă de seleniți şi selenați. Participarea microorganismelor la oxidarea Se (o) este redusă. Numai cinci microorganisme au putut fi descrise ca participând la procesul de oxidare a selenicaților. Majoritatea transformărilor care alcătuiesc ciclul seleniului au loc în plante şi animale.

– La nivel mondial se constată un declin, o reducere a seleniului accesibil din sol datorită:
– creşterii acidității solului;
– creşterii contaminării solurilor mai ales cu metale grele;

- efectul fertilizanților, mai ales a celor cu azot de sinteză;
- compoziția plantelor normale;
- rata biomasei extrase, incendiile etc.

Managementul arealelor naturale şi a agrosistemelor pe fondul poluării aerului, constituie factori majori ai alterării dinamicii ciclului seleniului şi crearea unei vulnerabilități în reducerea biodiversității, mai ales a erbivorelor datorită epuizării seleniului.

Aplicarea îngrăşămintelor cu seleniu este o problemă care se şi întâmplă, îndeosebi în America. Formulările sunt de regulă sub formă de chelați şi de cele mai multe ori în amestec cu alte microelemente necesare solurilor cercetate.

10.12.7. Clorul

10.12.7.1. Funcții fiziologice, deficit de nutriție, consecințe

Clorul ca microelement este extrem de controversat în viața plantelor. Aceasta pentru că o vreme îndelungată nu s-a efectuat o diferențiere clară între Cl, ca element de nutriție şi clorurile de sodiu din sol, care în cantități relativ mari alterează relațiile dintre plante şi sol, deranjează fluxurile de elemente nutritive şi apa, şi, în general prin sărăturare contribuie la distrugerea construcției structurale şi biologice, ecologice a solului.

O viziune clară a influenței clorului asupra fiziologiei şi biochimiei, a creşterii plantelor poate fi evaluată pe solurile sărace în cloruri sau în laborator. Cercetări efectuate de Schmalfuss (1949) demonstrează că ionul de Cl- a participat activ ca şi conutrient pentru diferite plante halofile sau nitrofile ca o adevărată substanță nutritivă. La plantele de sfeclă s-au obținut sporuri de producție semnificative atunci când, alături de azot s-au aplicat şi cloruri în cantități atent dozate. Din acel moment, clorul ca nutrient a căpătat denumirea de chlorion. Clorionul a redus nitrificarea azotului amoniac şi s-a făcut în felul acesta util conservării azotului în sol şi creşte disponibilitatea lui pentru alte plante.

Cercetări recente tind să recunoască din ce în ce mai mult şi rolul de nutrient al clorului. Johnson şi colab. (1956) au studiat efectul clorului ca nutrient pe 10 specii de plante de cultură şi au ajuns la concluzia că în caz de carență acută producția plantelor descreşte energic în ordinea: salată, tomate, rapiță, morcov, sfeclă de zahăr, orz, lucernă, grâu, porumb şi fasole. Minus-clorul a reacționat foarte negativ la salata verde.

Experimente pe trifoiul roşu (*Trifolium pratense*) au fost descrise de Whitehead (1985) într-o experienţă în soluţii nutritive. Primele simptome au fost următoarele: încreţirea accentuată (intensă) a frunzelor, în special a celor tinere, după care în câteva zile frunzele tind să se întărească şi să devină casante. Frunzele mai în vârstă dezvoltă de la început o necroză brună spre vârfuri, care se extinde apoi pe margini până la baza frunzei. Frunzele se decupează cu peţiol cu tot şi cad. Concentraţia critică sub care apar aceste simptome la trifoi a fost stabilită la 200 $\mu g \cdot g^{-1}$ materie uscată.

Foarte recent, Chen şi colab. (2010) au făcut o sinteză care arată ca: clorul (Cl) se găseşte predominant în plantă şi sol sub formă de monoion negativ Cl^-. El îndeplineşte următoarele funcţii:

a. Participă la procesele fiziologice ale metabolismului.

b. Îndeplineşte funcţii în creşterea şi dezvoltarea plantelor fiind principalul regulator osmotic şi stomatal. Este necesar să fie şi este prezent în vacuolele celulelor.

c. Reglează evoluţia oxigenului în fotosinteză şi contribuie la creşterea rezistenţei, respectiv toleranţei plantelor faţă de boli.

d. În consecinţă, clorul creşte nivelul producţiei şi al calităţii la numeroase culturi, dar cu deosebire la ceapă şi tutun, cu condiţia să se aplice peste nivelul care provoacă carenţa (200 $\mu g \cdot g^{-1}$ materie uscată).

e. Revenind la Johnson C.U. şi colab. (2005), aceştia constată că nu întotdeauna clorul din sol poate produce asemenea reacţii negative ale plantelor corelate cu reduceri de producţii. S-a putut constata că plantele, printre care porumbul, fasolea cât şi pomii fructiferi pot supravieţui la „minus-clor" în sol datorită preluării „clorului extrinsec" din atmosferă. Forma clorului atmosferic preluabil nu este însă cunoscută.

10.12.7.2. Translocarea şi retranslocarea clorului

Au fost atent studiate încă din 1958 de către Wooley J.T şi colab. Ei au arătat că halogenii, inclusiv clorul, sunt rapid absorbiţi din soluţia solului de către perişorii radiculari şi transmişi către floemul rădăcinilor şi de aici remobilizate cu curentul ascendent spre ţesuturile plantelor (frunze şi lăstari). Prin retranslocarea clorului înţelegem posibilitatea ca acesta să se deplaseze de la locaţia în care a fost înmagazinat spre o altă parte a plantei, unde este resolicitat.

Cercetări făcute de aceiaşi autori au demonstrat măsura în care clorul este translocat şi retranslocat în tomate şi sfeclă utilizându-se metoda radioclorizării. S-a demonstrat, de asemenea, că structurile tinere ale plantelor

au obținut şi reținut mai mult clor în detrimentul țesuturilor în vârstă. Aceasta demonstrează, de asemenea, că el, clorul, este retranslocat spre zonele plantelor în care metabolismul este mai intens. Retranslocările sunt însoțite de reducerea conținutului total al clorului din plantă, mai ales atunci cânt aceasta se apropie de maturitate.

Concluzie:

Carența clorului în plante a fost extrem de rar observată atât în agricultură cât şi în ecosistemele naturale. Clorul în natură este mai degrabă un poluant, găsindu-se mai mult în exces decât în deficit. Din aceste motive practic nu se pune problema aplicării unor îngrăşăminte cu clor, ci mai degrabă o protecție culturilor împotriva excesului acestui element, atât în sol dar şi în aer şi apă. La maturitate excesul de clor din plante este reținut în țesuturile şi frunzele îmbătrânite, fiind puternic restricționată deplasarea acestora spre semințe şi fructe.

10.12.8. Vanadiul

Importanța lui fiziologică în creşterea plantelor şi stabilizarea calității şi cantității recoltelor

10.12.8.1. Efectul de stimulare a creşterii

Ca toate microelementele, vanadiul este considerat un ion metalic, de neînlocuit în metabolismul plantelor. Cercetările efectuate şi prezentate de Allen V. în cartea sa „Dicționar al nutriției plantelor" arată că alga verde *Seedesmus obliguus* a preluat întreg vanadiul din mediul înconjurător, ceea ce este greu de crezut că se întâmplă plantelor superioare. Al doilea lucru constatat de acelaşi autor este faptul că este foarte greu să separi vanadiul din compoziția elementelor nutritive. Precizăm în continuare următoarele considerații şi efecte biologice:

a. Deşi vanadiul este cunoscut ca un inhibitor al plasmei membranei – pompă – proton (sau proton – pompă) în faza ATP, concentrațiile foarte reduse la nivel de microelement au un efect favorabil asupra creşterii plantelor. Aplicarea unor doze de vanadiu până la 0,25 mg V/l^{-1} a condus atât la porumb cât şi la tomate la creşterea suprafeței frunzelor, iar la tomate a numărului de flori şi fructe.

b. Conform aceloraşi autori există supoziția că vanadiul poate cataliza în doze foarte mici formarea unor enzime care condiționează formarea unor proteine specifice (ipoteza este în curs de verificare). Verificarea acestei

ipoteze pleacă de la efectul de creştere clar demonstrat pe doze de până la 50 mg V/l^{-1} adică 117-419 mg/kg^{-1} substanță uscată.

c. Însă vanadiul, chiar şi în uşor exces poate bloca penetrarea şi deplasarea fierului în plante, şi în această postură se manifestă şi efectul lui toxic. Blocarea fierului a fost constatată la căpşuni şi cereale, aproape toate speciile.

d. Formarea flavonoidelor la soia a fost blocată atunci când concentrația în vanadiu a depăşit 30 mg/kg-1 în soluția solului.

e. Cu toate aceastea, Achimi-Bralicevin (2008) a constatat că vanadiul în concentrație foarte mică (0,0025%) în soluție a crescut procentul de germinație a semințelor de soia cu 11,25%, un lucru remarcabil în opinia noastră. Creşterea rădăcinilor a fost cu 25% mai mare în comparație cu martorul.

În lupin (*Lupinus polyphyllus*) s-a constatat o corelație negativă între alcaloidul din frunze şi concentrația de vanadiu iar acest aspect poate fi, de asemenea, considerat pozitiv.

La dozele mari prezentate mai sus vanadiul poate inhiba multe din enzimele pe care în doze mici le poate stimula, poate bloca absorbția apei şi a elementelor nutritive şi influențează negativ creşterea (Allen V. şi colab., 2002).

Absorbția lui din sol este pasivă şi pentru că ionul se găseşte în diferite forme de exprimare VO_2^+, HVO_3, VO_3, el poate fi preluat în egală măsură din toate tipurile de sol de la pH = 4 până la pH = 9.

Absorbția ionului de vanadiu conduce la o descreştere lineară a ionului de Ca în plantele de sorg prin blocarea de către vanadiu a canalelor de penetrare a calciului.

Vanadiul, la rândul lui, este inhibat în absorbție de către molibden, bor, clor, seleniu, crom şi chiar de către nitrații în exces. Cu toate acestea, deficiențe de vanadiu în plantele de cultură nu au fost raportate până în prezent.

Concentrația vanadiului în plante a fost stabilită de către numeroşi autori (vezi Allen V. şi colab., 2002, dar şi Morel B.G. şi colab., 1986). Ea variază de la 0,018 mg/kg $s.u.^{-1}$ în plantele de in, dar poate urca până la 1730 mg/kg. $s.u.^{-1}$ în rădăcinile de orez. Există plante ca *Lactuca sativa* şi *Larrea tridentata* care acumulează importante cantități de vanadiu, dar şi altele, ca lucerna şi inul, care îl refuză atunci când nu au nevoie de el. Unele organisme inferioare, precum ciupercile (*Amonita muscaria*) acumulează de peste 100 de ori mai mult vanadiu decât orice plantă de cultură (Vanadium EHC 81, 1988).

În soluri, în funcție de rocă, vanadiul se găseşte în cantități de 3-310 mg/kg, şi uneori ioni presează absorbția devenind toxici.

Concluzii:

În doze foarte mici, vanadiul este foarte util creşterii plantelor, ajutând creşterea şi dezvoltarea acestora. În doze mari devine însă inhibitor pentru penetrarea apei şi a altor elemente nutritive. În nutriția şi sănătatea omului vanadiul pare a fi cu mult mai important decât la plante. Nu există pentru plante nici produse, şi nici sisteme de nutriție. În cantități mari, vanadiul devine poluant şi este tratat ca atare.

10.12.9. Rubidiul

Importanța fiziologică în creşterea plantelor şi stabilizarea recoltelor şi a calității lor

În foarte puține cazuri se poate afirma despre rubidiu că ar avea singur o acțiune directă asupra creşterii plantelor, motiv pentru care nici fiziologii şi nici agronomii nu-i acordă mare importanță.

El-Schlich şi colab. (1970) experimentând pe sfecla de zahăr (*Beta vulgaris*, var. NS, NB1 şi NB4) demonstrează că există un efect al rubidiului asupra creşterii şi dezvoltării plantelor, dar că acesta se manifestă în prezența potasiului (K), dar fără sodiu (Na). Efectul s-a manifestat prin creşterea semnifictivă a dimensiunilor frunzelor. Explicația dată de autori ar fi aceea a unui efect al Rb asupra fitohormonilor sau printr-un „efect de partiționare" asupra distribuției de carbohidrați, cu o favorizare a părților aeriene, față de rădăcini (acest raport inversat a fost demonstrat, dar el nu vine neapărat în favoarea rubiniului, tocmai datorită faptului că rădăcinile par a fi blocate în dezvoltarea lor).

Din punct de vede calitativ, rubidiul şi sodiul introducându-se într-o soluție mai concentrată de potasiu a crescut semnificativ conținutul de zahăr stocat în rădăcinile de sfeclă. La arborele de cafea corelația între Rb şi K este de asemenea semnificativ pozitivă conform studiilor lui Lima Filho U.F. şi colab. (2003) (vezi şi figura 333). Se pare că în acest caz rubidiul a participat activ la redirijarea resurselor de N şi K către zonele cu metabolism mai ridicat, şi în primul rând către flori şi fructe.

O implicare directă a rubidiului în creşterea plantelor în absența mai ales a potasiului nu a fost suficient demonstrată. Rubidiul favorizează îndeosebi absorbția potasiului. Nu este exclusă - fără a fi pe deplin demonstrată - implicarea Rb în unele enzime.

Pentru mediul înconjurător în doze mari rubidiul rămâne un metal greu poluant cu un potențial ridicat de toxicitate.

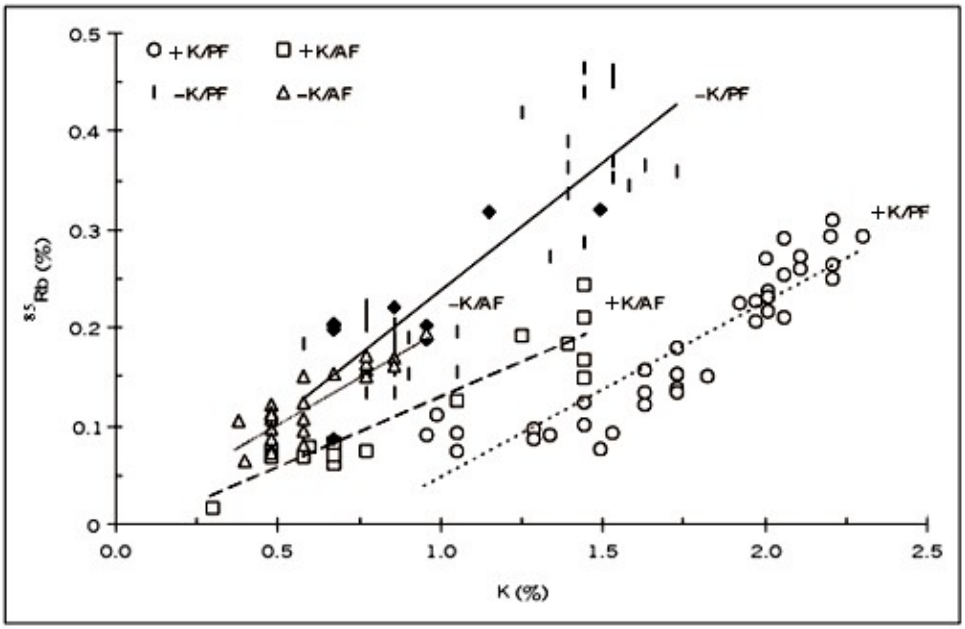


Figura 333. **Corelaţia dintre K şi ^{85}Rb absorbit de rădăcini ale plantelor de cafea normale sau deficitare, şi transportat în frunze şi crengi înainte de înflorit, şi dintre K şi ^{85}Rb reutilizat din organele de rezervă către frunze, crengi şi fructe produse după marcarea cu ^{85}Rb. +K/FP = frunze, crengi şi fructe ale plantelor cu suficient K- înmugurire după marcarea cu ^{85}Rb: +K/FP = frunze, crengi şi fructe de plante cu K deficient – înmugurirea după marcarea cu ^{85}Rb + K/FP: Rb = 0,1801 k - 0,1338 R = 0,91 **; K/FA: Rb = 0,2004 K - 0,0155r = 0,87**.* = semnificativ la nivel statistic 5% şi ** = semnificativ la nivel statistic 1%**

Concluzie:

Rubidiul nu joacă un rol biologic important în viaţa ecosistemelor agricole. Cu excepţia unor efecte pozitive în creşterea producţiei şi a calităţii sfeclei de zahăr, dar de fiecare dată în tandem cu K, cu Na sau N, rubidiul singur nu prezintă o valoare fiziologică marcantă. Lipsesc datele care să ne spună ce se întâmplă atunci când lipseşte cu desăvârşire. În consecinţă, Rb nu face parte din sistemele de nutriţie cu microelemente.

10.12.10. Alte microelemente

Sunt puţine referinţele în literatură în care se poate vorbi practic despre rolul fiziologic al altor microelemente, tocmai datorită faptului că, dacă un asemenea rol există şi cu siguranţă că da, atunci el nu poate fi încadrat în micronutrienţii pragmatici, aplicabili.

Ei se găsesc în suficientă cantitate în natură aşa încât legea egalei importanţe a factorilor de nutriţie nu poate fi încălcată. Unii dintre ei, cum ar fi arseniul şi staniul la cantităţi care depăşesc uşor limitele biologice pot fi consideraţi poluanţi periculoşi, ce pot face mai degrabă obiectul unor strategii antipoluante cu metale grele decât al unor programe de nutriţie.

În nutriţie este esenţial flerul pe care specialistul îl are faţă de o anumită cultură, sau planta care „nu merge”. De multe ori mi s-a întâmplat ca sub ochii mei să moară o plantă frumoasă, o floare sau o cultură, fără să ştiu de ce, pentru că intercondiţionalitatea dintre factori poate să conducă la efecte nocive. E vorba de miliarde de factori care, prin intercondiţionalitatea lor pot crea condiţii favorabile mediului sau nefavorabile plantelor sau culturilor. Oricât de deştepţi am fi noi oamenii şi computerele noastre nu avem forţa de cercetare pentru a scoate la lumină toate secretele naturii.

De aceea, cel mai potrivit lucru pentru societatea umană ar fi acel respect faţă de celelalte fiinţe vii care să permită manifestarea optimă a legilor naturii, a legilor ecologice, pentru autoreglarea funcţionării ecosistemelor. Aceasta pentru că ne este cunoscut faptul că natura este cu mult mai inteligentă decât noi, care suntem un produs destul de mediocru al acestei creaţii dumnezeieşti.

Capitolul 11
STABILIREA DOZELOR ŞI A METODELOR DE APLICARE A ÎNGRĂŞĂMINTELOR ÎN VIZIUNEA AGRICULTURII MODERNE

În general, cercetătorii în acest domeniu gândesc rezolvarea aplicării moderne a îngrăşămintelor mai degrabă sub forma exprimării „elaborarea sistemelor de nutriție a plantelor" din mai multe motive.

a) Nutriția plantelor implică proceduri şi strategii cu mult mai numeroase şi complicate decât o simplă aplicare a îngrăşămintelor.

b) În practica majorității fermierilor din lume şi cu deosebire în România, aplicarea îngrăşămintelor se face aleatoriu, fără a respecta regulile tehnice şi ecologice cerute azi de agricultura modernă. Dacă, de exemplu, îngrăşămintele cu azot, şi uneori ureea, erau şi sunt încă aplicate de fermieri în ferestrele iernii, ele nu vor îndeplini decât parțial condiția de „nutriție" şi în niciun caz pe cea ecologică.

c) Noua viziune asupra nutriției plantelor constă în ştiința de a se comunica cu plantele, de a se cunoaşte bine relațiile dintre plante şi sol, şi de a se administra cantități de îngrăşăminte necesare realizării unui anumit scop (cantitate, calitate) numai atunci când plantele au nevoie de el, şi după ce s-au epuizat modelele naturale activate în scopul folosirii în nutriție a nutrienților naturali.

d) Aceste noi strategii răspund din punct de vedere tehnic imperativului „reducerii costurilor" iar din punct de vedere ecologic imperativului „reducerea poluării". Mai ales când este vorba de îngrăşăminte cu azot, care, aplicate o singură dată în primăvară se spală cu uşurință în profunzime, poluând subsolul cu nitrați, sau în caz că avem o amonificare puternică azotul amoniacal poate pleca în atmosferă, înălțându-se prin circuitele atmosferice până în stratosferă unde îngroaşă pătura de gaze care produc efectul de seră şi favorizează încălzirea globală, ca şi întreg şirul de aberații climatice prezente azi inclusiv în teritoriul românesc.

Nutriția plantelor, ca de altminteri toate verigile tehnologiei din agricultură, va ține cont de ceea ce astăzi este denumită **„noua reintensificare a agriculturii"** – adică producții foarte mari, pentru o populație a globului în creştere, cu costuri foarte mici, pe fondul epuizării resurselor convenționale. Numai cercetarea şi implementarea ei în producția agricolă vor putea rezolva această dilemă formidabilă.

11.1. PRINCIPIILE DE BAZĂ ALE FOLOSIRII NUTRIENŢILOR

1. Primii nutrienți care se aplică sunt cei produşi de natură. În această zonă intră: composturile, îngrăşămintele verzi, resturi organice. În acest moment toate solurile lumii au nevoie de materie organică care să ajungă în cantitățile necesare şi la momentul potrivit în sol.

2. Nutrienții de bază ai plantelor se vor aplica în aceeaşi ordine, în primul rând cei de origine naturală (azotul fixat biologic din atmosferă) şi apoi cei de sinteză (azot fixat prin sinteza Haber-Bosch).

3. Nutrienții necesari plantelor se vor aplica după o atentă monitorizare a raportului dintre aprovizionarea solului/necesarul plantelor. În acest sens apar ca foarte necesare bilanțurile principalelor elemente nutritive şi cu deosebire „bilanțul azotului" dar şi bilanțul humusului, despre care parțial s-a vorbit în capitolul despre asolamente.

4. Sistemele de nutriție a plantelor se solicită a fi integrate, însoțite de o permanentă îmbunătățire a stării ecologice a solului, prin reconstrucția fluxurilor de pe profil, a creşterii permanente a rezervei de humus C şi a încorporării unor cantități sporite de CO_2 în sol. În felul acesta humusul şi solul redevin rezervoare de CO_2 ajutând la extragerea lui din atmosferă cu toate efectele pozitive ce rezultă de aici. Numai astfel putem vorbi într-adevăr de sisteme durabile (sau sustenabile) de nutriție a culturilor agricole.

11.2. SISTEME DE NUTRIŢIE A PLANTELOR

Am convenit deja că sistemele de nutriție a plantelor reprezintă procese inovative complicate, care îşi propun să rezolve atât problemele legate de o bună şi echilibrată hrănire a plantelor, dar să conserve inclusiv fertilitatea solului, sau să adauge în fiecare an ceva la zestrea acesteia.

Sistemul în sine ține cont de o permanentă îmbunătățire a relațiilor între plante şi sol de o manieră în care ambii parteneri, ca şi întregul ecosistem să primească o plusvaloare tehnică, ecologică şi economică. În realizarea sistemului sunt incluse cunoştințe, produse, tehnologii, management şi subsisteme de relații.

Nutriția plantelor ca sistem a fost considerată multă vreme ca un domeniu al agrochimiei. Vorbind astăzi de „sisteme de nutriția plantelor" este corect să afirmăm că este şi un domeniu al „teoriei sistemelor", dar şi un domeniu al biologiei şi al întregului ecosistem. Conform noilor viziuni (Bartman, 2009) nu vom hrăni plantele printr-un management specific de nutriție dacă nu-l vom integra sistemului mai amplu de management al mediului.

Nutriția pe fond se face numai cu produse minerale, denumite îngrăşăminte iar folosirea lor corectă şi integrată are la bază cunoaşterea complexă a nutriției minerale a plantelor, ca şi efectuarea continuă de noi cercetări inovative care să corecteze sistemele în dinamica lor în funcție de condițiile climatice, pedologice şi tehnologice în continuă schimbare. Un sistem de nutriție este necesar să cuprindă ordinea în care se aplică anual pe o rotație optimizată îngrăşămintele organice, minerale, amendamente, culturi verzi, diferite composturi din plante, micorize şi produse bioactive formate din preparate bacteriene (figura 334).

S-a încercat pentru România încadrarea sistemelor de nutriție în opt sisteme mari. Fiecare sistem poate fi îmbunătățit sau subdivizat în multe altele, aşa încât în funcție de condițiile şi materialele locale, de capacitatea de concepție şi inovare a specialiştilor locali pot fi imaginate, create şi aplicate în practică un număr foarte mare de subsisteme de mare rezonanță în nutriția corectă şi fără pierderi, fără poluări ale plantelor şi solului.

În acest punct e bine să subliniem faptul că în procent de 90-92% plantele se hrănesc prin intermediul rădăcinilor şi într-un procent de max. 10% prin intermediul părților verzi, a frunzelor. Factorii care pot influența variabilitatea sistemelor de fertilizare sunt extrem de numeroşi şi sunt corelați cu:

- variația condițiilor de sol şi climă,
- marea varietate a culturilor de câmp, a soiurilor şi hibrizilor, vârsta acestora şi relațiile lor cu solul,
- starea ecologică a solului (vezi capitolul *Solul*),
- planificarea nivelului şi calității producției în funcție de necesitățile pieței.

Un sistem bun de nutriție a plantelor poate fi definit şi ca acea îmbinare, interacționare între diferitele măsuri agrochimice, biochimice, tehnologice şi manageriale care să conducă cu minimum de costuri şi maximum de recolte şi calitate la satisfacerea cerințelor fermierului, dar şi ale mediului şi societății.

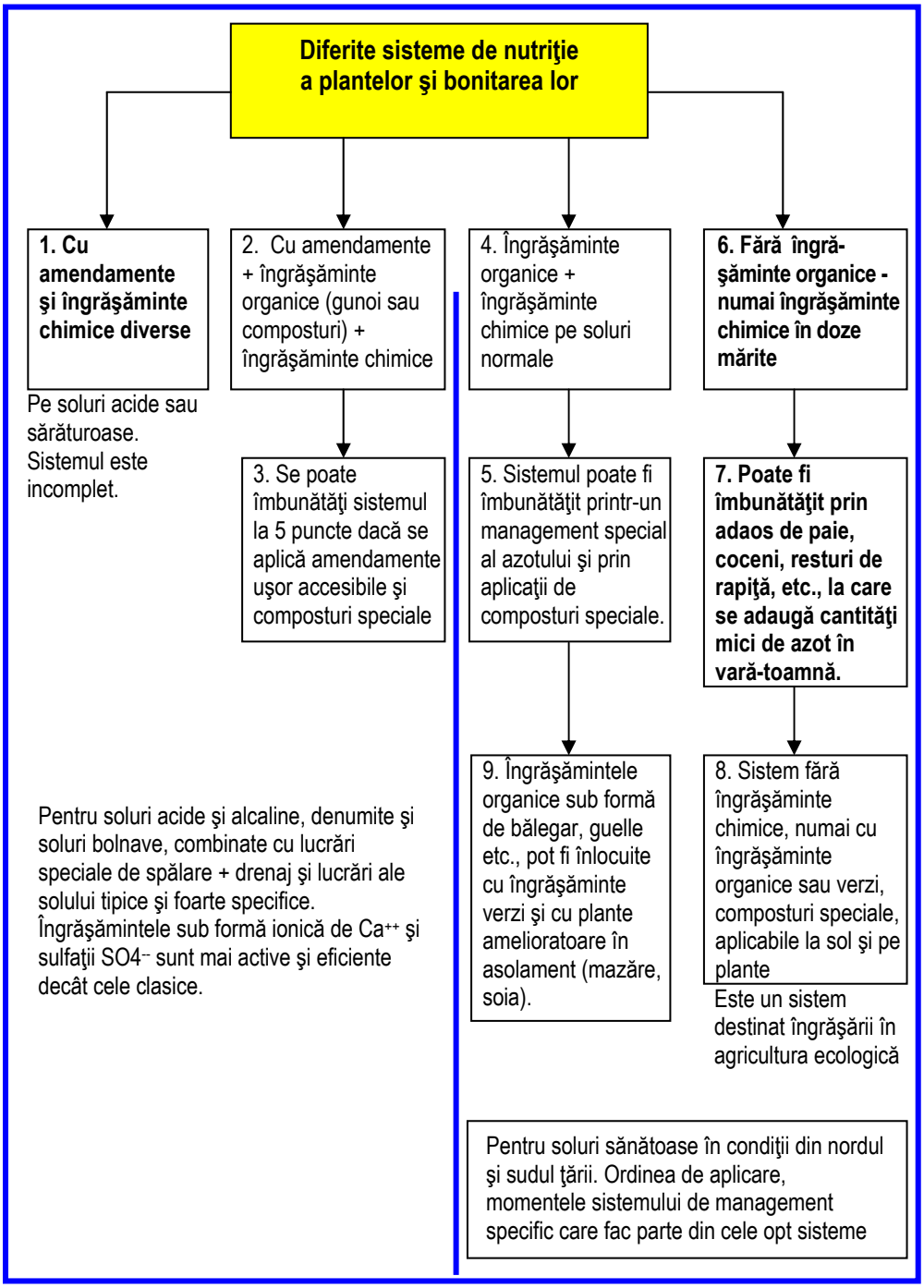


Figura 334. **Principalele sisteme de nutriţie a plantelor din România** (original)

11.2.1. Îngrăşarea de bază şi agricultura modernă

Justus von Liebig avertiza în comentarea legii nutriției minerale asupra faptului că în creşterea lor plantele sunt limitate de cantitatea principalelor elemente nutritive. Deşi este o lege specifică care vorbeşte de egala importanță a factorilor de nutriție, din punct de vedere economic, după cum am arătat deja ele au fost împărțite în macro, mezo şi microelemente. Când vorbim de îngrăşarea de bază în spațiul românesc, ne gândim cu predilecție la azot (N), fosfor (P) şi potasiu (K) preluate sub diferite forme de către plante. De fapt practica agricolă a confirmat de decenii îngrăşarea cu NPK. Între cele trei azotul şi fosforul joacă în România rolul cel mai mare.

Dintre milioanele de factori care pot influența o nutriție corectă există câteva grupe care stau la baza construcției modelului pentru fiecare cultură în parte. Aceştia sunt următorii:

- Grupa de factori legați de cunoaşterea solului – analize.
- Însuşirile generate de natura locației, climă (temperatură + precipitații), capacitatea de mineralizare etc..
- Nivelul recoltei şi al calității planificate, genetica soiurilor şi hibrizilor.
- Grupa de probleme legată de fluxuri, revenirea prin circuite a unor elemente nutritive în sol.
- Conținutul de substanțe organice din sol şi posibilitățile de reconstrucție a acesteia. Pentru stabilirea fertilizanților în funcție de aceste grupe de factori dar şi de altele necuprinse aici dar prezentate mai sus, în Germania au fost construite programe speciale de determinare a dozelor. Programul LIZ (Lanwirtschaftlicher Informationdienst Zuckerrübe) este unul dintre ele. Cititorii noştri îl pot apela la www.liz-online.de/gi/dueng.grund.dueng.htm.
- Întregul algoritm de creare a sistemelor de nutriție datorită dinamicii lor a căpătat şi denumirea de modelare şi ea reprezintă o îmbinare între matematică, geometrie, biologie, biochimie şi fizică. În general pentru alcătuirea modelelor sunt utilizate date ale cercetării integrate. Modelele şi programele sunt alcătuite atât de cercetători cât şi de către serviciile de consultanță care în mod specific şi diferențiat pun la dispoziția agricultorilor sub formă de modele sistemele de nutriție de care ei, agricultorii şi clienți ai acestor servicii au nevoie.

11.2.2. Nutriţia plantelor cu azot şi corelaţia acesteia cu fosforul şi potasiul

Am demonstrat că azotul este principalul element de construcție al biomasei, şi cu deosebire ale biomasei coordonării vieții vii (aminoacizi – peptide – proteine). ADN-ul şi ARN-ul sunt construcții cu mare participare a azotului. Pe de altă parte, azotul nu intră în faza inițială a sintezei precum carbonul, hidrogenul şi oxigenul (fotosinteză). El intră în partea a doua a construcției metabolice şi este elementul nutritiv cel mai greu de stăpânit din cauza multiplelor forme sub care se prezintă. Rezultă că managementul azotului la culturile de câmp este o problemă dificilă care necesită o monitorizare permanentă, pentru simplul motiv că el poate devia uşor spre forme poluante, pentru ape şi atmosferă.

11.2.3. Algoritmul nutriţiei plantelor cu azot

Nutriția culturilor cu azot se desfăşoară în următorii paşi sau etape, descrişi în figura 335.

De la început autorul acestei cărți refuză să accepte metodele de calcul empiric încă larg utilizate care conduc la stabilirea „dozelor". Considerăm că această calculare „după ureche" a limitelor dozelor (de la a → b) sunt nejustificate atât tehnic cât şi economic, şi mai ales ecologic. Pe de altă parte, un management al aplicării azotului atunci când apar carențele de „N" de asemenea nu poate fi acceptat pentru că lipsa azotului, mai ales la înfrățire dar şi înainte de burduf creează, de exemplu la grâu, premizele pentru pierderi semnificative de producție.

Cum se calculează totuşi doza de azot?

În funcție de felul culturii, doza de azot, optimă economic şi ecologic ar trebui calculată cu formula N_{DOEE}:

$$\mathbf{N_{DOEE} = N_C - (N_S + N_L + N_{sn} + N_{min})}$$

în care:

$\mathbf{N_{DOEE}}$ = doza de azot, optimă economic şi ecologic

$\mathbf{N_C}$ = cantitatea de azot de care cultura are efectiv nevoie şi care consum variază cu felul culturii şi cu condițiile de climă (apă + temperatură) care influențează direct formarea biomasei (vezi tabelul 75). Cantitățile de azot extras din sol ca şi recoltele obținute se referă la condiții optime de vegetație. În condiții de secetă extremă datele experimentate îşi pierd valoarea.

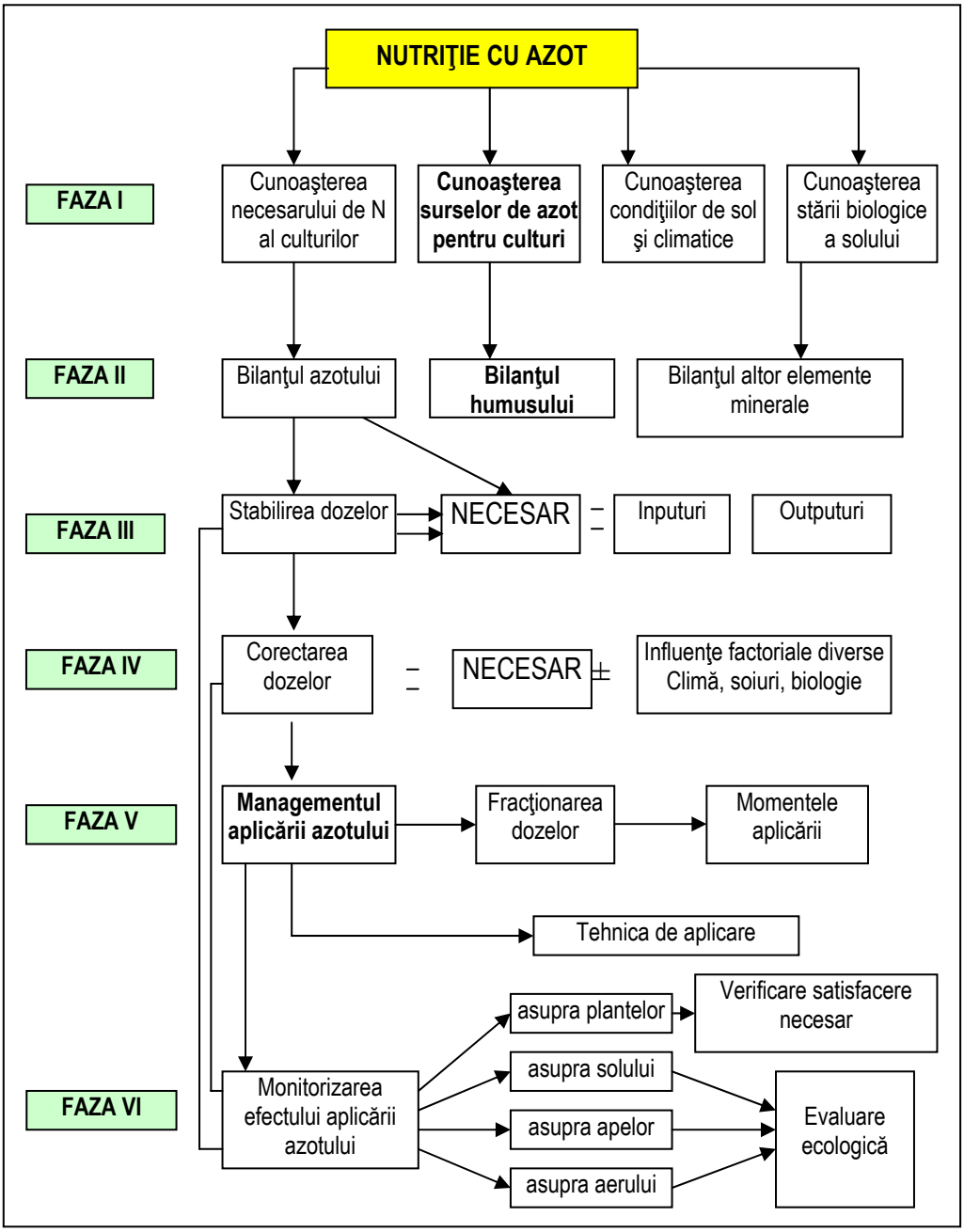


Figura 335. **Algoritmul nutriţiei cu azot la culturile agricole** (viziune personală a autorului)

N_S = cantitatea de azot exprimată tot în kg/ha adusă ca urmare a fluxurilor de degradare biologică şi mai ales de nitrificare.

N_L = azotul special adus prin fixarea simbiotică după premergătoare leguminoase exprimat în kg/ha.

N_{sn} = aportul de azot eficient din surse neconvenționale, de exemplu azotul fixat biologic, liber sau asociativ. Se exprimă tot în kg/ha. Tot aici intră şi azotul adus din atmosferă după furtuni cu fulgere. El poate ajunge până la 10-20 kg/ha.

N_{min} = Azotul existent în profilul solului (0-30 cm) la începutul toamnei sau începutul primăverii. El se determină prin analize chimice şi se exprimă în kg/ha.

Tabelul 75

Cantitățile de azot extrase de diferitele culturi exprimate în kg s.a./t recoltă la un necesar maxim precum şi dozele maxime de N aplicabile

Nr. crt.	Cultură	Azot extras kg/to recoltă	Recolta maximă t/ha	Cantitate maximă de N kg/ha
1	Grâu toamnă 12% proteină brută	22,1	7,5-10,0	200
2	Grâu toamnă 14,7 % proteină brută	25,1	6,5-9,5	200
3	Grâu Premium 16% proteină brută	28,1	6,5-9,0	200
4	Grâu Durum 14% proteină brută	26,6	8,0	160
5	Grâu de primăvară 14% proteină brută	25,1	9,0	180
6	Grâu de primăvară Premium 16% proteină brută	28,1	8,0	200
7	Orz de toamnă 13% proteină brută	21,4	9,0	150
8	Orzoaică bere 10% proteină brută	17,3	8,0	90
9	Porumb siloz 33% s.u.	4,5	66,0	180
10	Porumb boabe 10% proteină brută	22,8	110-120	180
11	Porumb boabe irigat	22,8	120-130	200
12	Porumb energetic 30% s.u.	4,1	700	200
13	Cereale plantă întreagă 35% s.u.	4,4	35,0	150
14	Grâu toamnă planta întreagă 35% faza lapte - lapte ceară 35% s.u.	4,9	43,0	180
15	Orz primăvară furaj 13% proteină brută	21,9	8,0	110
16	Secară toamnă 11% proteină brută	19,6	8,5	130
17	Secară primăvară 11% proteină brută	19,6	8,0	110
18	Alac	21,0	8,0	120
19	Triticale 13% proteină brută	22,4	9,0	150
20	Ovăz 11% proteină brută	20,6	8,0	110
21	Rapiță de toamnă	45,4	45-50	170

Nr. crt.	Cultură	Azot extras kg/to recoltă	Recolta maximă t/ha	Cantitate maximă de N kg/ha
22	Rapiţă de primăvară	45,4	3,5	140
23	Cartofi timpurii	5,5	40,0	160
24	Cartofi de toamnă	3,9	50,0	140
25	Sfeclă	4,6	55,0	120
26	Sfeclă furajeră	2,4	110,0	170
27	Floarea-soarelui	49,1	3,5	80
28	Mazăre	51,0	-	-
29	Raigras 20% s.u.	4,8	-	-
30	Fân trifoi 50% Gramineae 20%	5,2	-	-

Sursa: LTZ 2010 – Augustenberg. Subliniem că datele din acest tabel au fost obţinute după zeci de ani de cercetări, şi se referă la zone şi soluri, unde factorii de restricţie pentru culturile analizate, şi în mod special apa şi căldura s-au manifestat în optim. Cu excepţia cantităţii de azot extras, coeficienţii de corecţie pentru diferitele zone din România variază între 0,4 şi 0,8%. Indicatorii pentru azot extras sunt valabili şi pentru condiţiile din România.

Pentru teritoriul României o formulă mai extinsă este dată de Dumitru şi colab. (2003) în lucrarea „Cod de bune practici agricole" şi anume:

$$\textbf{Doza de NPK kg/ha optimă economic} = N_c - (N_s + N_a + N_b + N_g) + (N_i + N_{v,d} + N_e)$$

în care:

N_c = necesarul, consumul de azot pentru obţinerea recoltei scontate (vezi tabelul 9.1).

N_s = (E_s) azotul disponibilizat din sol kg/ha. În mod nedorit acesta apare datorită mineralizării humusului.

N_a = azot provenit din apa de irigaţie şi din atmosferă exprimat în kg/ha.

N_b = azot provenit din activitatea bacteriilor simbiotice kg/ha.

Nv = azot provenit de la cultura premergătoare kg/ha (pot fi resturile mineralizate sau azotul nefolosit).

N_g = azot din îngrăşămintele organice, din culturi intermediare şi mulciuri, kg/ha/an.

Ni = azot imobilizat de microorganismele din sol, kg/ha.

Nvd = azot pierdut prin levigare, kg/ha.

N_L = azot pierdut prin levigare, kg/ha.

Nici această formulă nu este completă, este perfectibilă mai ales în zona inputurilor unde prin tehnologiile biologice actuale s-a reuşit ca procesul de fixare biologică să aducă solului o cantitate mai mare de „N" mai ales datorită fixărilor asociative (*Azospirilium braziliense*).

Cele două ecuaţii mai sus prezentate seamănă însă foarte multe între ele şi sunt alcătuite pe bilanţul azotului în sol reieşit din circuitul acestuia în agroecosistem.

Bilanţul elementelor nutritive (bilanţul azotului, fosforului, potasiului dar şi bilanţul humusului) sunt indicatori extrem de utili în alcătuirea sistemelor de nutriţie ale culturilor, dar şi în analiza stării ecologice a solului şi a mediului în toate componentele lui (apă, aer, biomasă, biotop).

În algoritmul nutriţiei bilanţul azotului face parte din faza a doua. De regulă, el se alcătuieşte în baza cunoştinţelor prezentate în faza I a algoritmului. Dozele de azot şi de alte elemente nutritive devin ca urmare o rezultantă a acestora (vezi tabelul 76).

Tabelul 76

Bilanţul azotului la cultura grâului la ferma AGROVET FARM Alexandria, 2008, pentru soiuri de grâu Premium

Nr. crt.	Categoria	Intrări		Ieşiri		
		kg/ha	*total (to)*	*kg/ha*	*total (to)*	
1	Consum de către plante (N_C)			24,1	95436	95436
2	Azot din sol mineralizare	23	20,240			+ 20240
3	Azot din apă şi ploi	15	13200			+ 13200
4	Azot simbiotic mazăre	25	22000			+22000
5	Azot asociativ + liber	33	29040			+ 29040
6	Azot rămas de la premergătoare	14	12320			+ 12320
7	Azot din îngrăşăminte originale	-		-		
8	Azot imobilizat de microorganisme			34	29920	- 29920
9	Azot pierdut prin denitrificare şi volatilizare			31	27280	- 27280
10	Azot pierdut la origine				7	6160-6160
	TOTAL		96.800		158776	61976
61.976 = bilanţ negativ **Doza N =** $\frac{61.976}{880}$ **= 70 kg N/ha**					**880 ha = suprafaţa analizată**	

În spaţiul românesc o contribuţie mare în studiul bilanţului azotului în sol l-au adus Borlan şi colab. (1994), Davidescu D. şi colab. (1981), Hera şi colab. (1972) care au revoluţionat gândirea privind atât interpretarea rolului azotului în metabolismul plantelor, dar şi ceea ce denumim azi triunghiul azot - plante - mediu. Termenele de DOE N = NOT N au fost introduse în similaritate cu termenul german Sollwert N (doza care trebuie să fie). Deosebirea între cercetătorii români şi cei germani este aceea că **Solwert** se poate raporta şi la subdoze pe anumite perioade de vegetaţie, în funcţie de necesarul plantelor, dar mai ales vizavi de pericolul dăunător al pierderii azotului şi poluarea mediului.

În viziunea lor DOE N ≠ NOT N = Σ (D_1 + D_2 + D_3) în care D_1, D_2 şi D_3 reprezintă dozele de azot stabilite pe diferite etape de vegetaţie a culturilor, calculată după aceleaşi principii ale bilanţului la momentele T1, T2, T3. Această gândire însuşită din ce în ce mai mult şi de practica românească a condus la un nou management al azotului în sol care include principiul **„se aplică când plantele au nevoie de el şi nu atunci când are timp agricultorul sau fermierul”.**

NOT N se mai numeşte şi „cantitatea de azot extrasă” pentru realizarea recoltei (tabel 66), în condiţiile în care la calcularea dozelor de azot s-a ţinut cont şi de gradul de valorificare a azotului sau de coeficientul lui de valorificare. NOT N nu este egal cu DOE N, el este totdeauna mai mare, şi este component al ecuaţiei. Deci:

DOE N $\Rightarrow$NOT N şi deci

DOE N = NOT N - (intrări diverse)

Intrările diverse au fost expuse în bilanţul azotului (tabelul 76). În formula noastră de mai sus DOE N = N_C , adică efectiv consumată pentru obţinerea producţiei optime.

Rezultă deci că nu întreg azotul aplicat sau intrat din diverse surse prezentate în formula DOE N este 100% consumat şi că există numai un procent de azot care este efectiv consumat în metabolismul plantei (N_c). Autorii români mai sus citaţi îl denumesc azot eficient, în cazul fosforului, fosfor eficient, iar al potasiului, potasiu eficient.

Formula de calcul a variantei NOT (Σ) în funcţie de coeficienţii de accesibilitate, respectiv disponibilitate este:

$$\textbf{NOT (}\Sigma\textbf{) kg/ha} = \frac{\lg(2{,}3xCexRs)[\frac{VuRp + (bxVuRs)}{CUI}]}{Ce}$$

în care:

Ce = coeficientul de acţiune (element intrat în plantă sau absorbit, respectiv consumat de către plantă). Acesta poate fi variabil, mai ales în funcţie de climă şi management.

Rs = recolta planificată care se stabileşte prin calculul biomasei sau prin experimente directe în câmp.

VuR = valoarea recoltei principală şi secundară de recoltă extrasă (output).

CUI = costul unitar al substanţelor active din îngrăşământ.

Există de asemenea formule tabelate privind disponibilitatea eficientă a substanţelor nutritive din sol (Σs) respectiv Ns, Ps, Ks din formula de calcul a dozei, dar pe care le considerăm destul de empirice şi complicate pentru fermieri. În respect faţă de autori şi valoarea ştiinţei, respectiv a informaţiei româneşti, le prezentăm în continuare într-un rezumat al consultanţei româneşti ANCA.

Măsurarea eficienţei substanţelor nutritive din sol E_s respectiv N_s, P_s, K_s (definite ca acele cantităţi de nutrienţi din sol care au o eficienţă comparabilă în fertilizarea culturilor cu cea a îngrăşămintelor minerale) se stabilesc cu relaţia:

$$\text{Es (N, P2O5, K2O, kg/ha/an)} = \text{Es}_{\max}\left[1-10^{e\times IA}\right]+\left[g\times\frac{VUR}{CUI}-h\left(\frac{VUR}{CUI}\right)\right]^3-id\times R\times s$$

în care:

- Es_{max} , d, e sunt parametrii care se stabilesc pentru fiecare cultură, prezentaţi de autori sub formă tabelară, pentru majoritatea culturilor din ţara noastră;

- expresia din paranteza dreaptă este un factor de corecţie pentru conjunctura economică;

- *IA* este valoarea indicelui agrochimic (I_N - indicele de azot, P_{AL} - conţinutul de fosfor mobil, K_{AL} - conţinutul de potasiu mobil), care pot fi găsiţi în forma tabelară.

- Rs - nivelul recoltei planificate sau posibile. Pentru diverse legume cultivate în câmp „Es" se calculează cu relaţia (Vintilă Irina şi colab., 1984):

$$\textbf{Es (N, } \mathbf{P_2O_5}\textbf{, } \mathbf{K_2O}\textbf{, kg/ha)} = \frac{a\times IA(1-10^{-d*Rs})}{b\times IA+c}$$

în care:

IA = valoarea indicelui agrochimic;

IN = indicele de azot;

P_{AL} = conţinutul de fosfor mobil;

K_{AL} = conținutul de potasiu mobil;

a, b, c, d fiind coeficienți stabiliți experimental şi prezentați tabelar pentru fiecare cultură de legume.

Indicele agrochimic este specific fiecărui element în parte.

$$IN = \frac{\%humus \times \%V}{100}$$ şi sunt, de asemenea, sub formă de grilă

IN = 1 - 2 = aprovizionare scăzută

IN = 2 - 4 aprovizionare mijlocie

IN = 4 - 6 = aprovizionare mare (vezi şi capitolul *Solul*)

V % = gradul de saturare cu baze.

Indicii de fosfor (P_2O_5) şi potasiu (K_2O) se determină prin analize de laborator.

Aportul eficient de nutrienți din îngrăşăminte naturale, notat generic cu $A_{în}$ şi reprezentând $N_{în}$, $P_{în}$, $K_{în}$ pentru anul agricol în curs se stabileşte din relația:

$$A_{în}, \text{ kg N, } P_2O_5 \text{ şi } K_2O \text{ /ha} = NIN_t \times C \times 10 \left(a + \frac{b}{t}\right)$$

în care:

NIN_t – norma (doza) de îngrăşământ natural aplicată, în t/ha

C – conținutul total de N, P_2O_5 şi K_2O din îngrăşământul natural, în %,

t – timpul, în ani care a trecut de la aplicarea îngrăşământului natural (în anul aplicării t = 1)

a şi b - coeficienți care au următoarele valori: a) 0,06 pentru N şi P; a = 0 pentru K; b = 0,27 pentru N, 0,25 pentru P şi 0,5 pentru K.

Norma (doza) de îngrăşământ natural NINa din formulă se stabileşte diferențiat pentru cea aplicată periodic față de cea aplicată anual, după cum urmează (este vorba de gunoi de grajd, guelle, composturi etc.)

Norma periodică (3-4 ani) de îngrăşământ natural - NINp se calculează cu relația:

$$NINp, \text{ t / an, 3-4 ani} = \left(a + \frac{a}{IN}\right)\left(\frac{Rs}{b}\right)\left(c - \frac{d}{A}\right)\left(\frac{e}{Nt}\right)$$

în care:

I_N = indicele de azot calculat cu relația I_N = (humus x V_{AH}) /100

Rs – recolta scontată t/ha;

A – conținutul de argilă cu diametrul particulelor sub 0,002 mm, %;

Nt – conținutul de azot total al îngrăşământului natural, % din masa umedă;

a, b, e - coeficienți de regresie specifici fiecărei culturi, prezentați tabelar de autorii citați;

d = 8;

e – conținutul mediu standard al îngrăşământului organic, 0,45 % din masa umedă (corespunzător gunoiului de grajd semifermentat cu aşternut de paie de la rumegătoare mari).

Norma anuală, NINa (derivată din necesitatea de împrăştiere pe terenurile din preajma unor crescătorii de animale cu efective mai importante):

$$\text{NINa, t/ha} = \frac{\text{DOEN} - (N^{s}_{min} \times c)}{3{,}3N^{in}_{o} + 10N^{in}_{min}}$$

în care:

N^{s}_{min} – conținutul de azot mineral pe profilul de sol, kg/ha.

N^{in}_{o} – conținutul de azot organic fin îngrăşământul natural (se calculează ca diferență între azotul total din îngrăşământ şi azotul mineral din îngrăşământ, %.

N^{in}_{min} – conținutul de azot mineral (amoniacal şi nitric) din îngrăşământ, %.

N_L – aportul eficient de azot din sol pe premergătoare leguminoase, care depinde de gradul de reuşită al culturii, reflectat de nivelul recoltei principale pe toată perioada de timp în care aceasta a ocupat terenul, se poate estima cu relația (Borlan ş.a., 1994, Budoi, 2001):

$$N_L, \text{ kg N/ha} = Rl \times N_{spl} \times \left(\frac{0{,}8}{t}\right) - 0{,}15$$

în care:

R_l – recolta principală obținută la leguminoasa premergătoare, kg/ha (pentru leguminoase perene este recolta însumată pe toți anii de exploatare);

N_{spl} – cantitatea specifică de azot fixat biologic de premergătoarea leguminoasă şi rămas în sol, în kg N/tona de produs principal, având următoarele valori: 20 la soia, 35 la fasole, 25 la mazăre, 6 la fân de lucernă şi trifoi, 3 la borceag de toamnă, 2 la borceag de primăvară;

t – timpul, în ani, trecut de la prima arătură făcută după culturile leguminoase.

N_{min}, azotul mineral (amoniacal şi nitric) existent în profilul solului la ieşirea din iarnă sau în toamnă, se determină de regulă pe o grosime a solului de 90 cm. În funcție de reuşita culturii premergătoare şi a condițiilor climatice de la sfârşitul toamnei până la intrarea în primăvară, în sol se pot acumula cantități importante, de ordinul zecilor de kg, de azot mineral, care pot fi folosite eficient de cultură mai ales de culturile de toamnă. Se determină, la cerere, prin analiză chimică de către laboratoarele specializate ale OSPA județene sau private. Această corecție se aplică facultativ, numai în situațiile în care se dispune de informația necesară.

Corecţiile pentru aporturile eficiente de N, P_2O_5 şi K_2O din surse neconvenţionale (reziduuri şi subproduse industriale, cum este de ex. carbonatul de calciu rezidual din industria îngrăşămintelor care poate aduce în sol, în cazul amendării solurilor acide, cantităţi de azot de până la 300 kg/ha, în funcţie de doza de amendament, anulând uneori necesitatea fertilizării cu azot în primul an de la aplicarea amendamentului).

11.2.4. Schemă a evaluării îngrăşării organice şi minerale într-o exploataţie agricolă (aplicaţie concretă)

Necesarul de fertilizare al culturilor cu îngrăşăminte organice şi minerale cu azot

Unele aporturi şi exporturi de N din sol, menţionate în expresia formulei de calcul a dozelor pot fi nesemnificative sau se pot compensa. De exemplu, pierderile de azot prin levigare în sol în afara sistemului radicular, care nu mai poate fi folosit productiv de către culturi, sunt în medie cam de acelaşi ordin de mărime cu aportul de azot adus de precipitaţii.

Din aceste considerente, se propune folosirea următorului model simplificat, care ia în considerare elementele de bilanţ ale azotului cu pondere mai însemnată:

$$\textbf{Doza de N (din îngrăşăminte naturale şi minerale)} = N_c - (N_s + N_L + N_{rez} - N_{rv})$$

în care:

N_c – azotul calculat a fi preluat şi consumat de cultură în recolta (principală şi secundară) scontată în cadrul unui ciclu anual de vegetaţie. Se poate estima pe baza consumurilor specifice prezentate în tabelul 69.

N_s este N disponibilizat din sol în cursul unui an agricol prin mineralizarea humusului sau a altor resturi organice. Se poate evalua prin calcul cu relaţia următoare:

$$N_s = 0{,}1 * H * C_m * K_h$$

în care:

H – rezerva de humus în stratul de suprafaţă cu grosimea de 25 cm (circa 3000 t/ha),

C_m – conţinutul humusului în azot (în medie 4,84%);

K_h – coeficientul de descompunere anuală a humusului (0,012 pentru culturi prăşitoare şi 0,018 pentru culturi neprăşitoare).

Tabelul 77

Consumurile (exporturile) medii de elemente nutritive din sol pentru formarea recoltelor (kg de elemente nutritive/tonă de recoltă principală şi cantitatea corespunzătoare de recoltă secundară) (Date din cercetarea internă, completează tabelul 75, inclusiv cu fosfor şi potasiu)

Culturile	Raportul dintre recolta principală şi secundară	Elementele nutritive echivalente în substanţe active neconvenţionale		
		N	P_2O_5	K_2O
Grâu de toamnă	boabe: paie (1 : 1.3)	26.5	13.7	16.4
Orz şi orzoaică	boabe: paie (1 : 1)	23.0	10.8	22.3
Secară	boabe: paie (1 : 1.5)	27.5	9.4	26.8
Ovăz	boabe: paie (1 : 1.5)	28.5	11.0	31.2
Porumb boabe	boabe : tulpini (1 : 1.6)	27.5	12.5	16.5
Porumb pentru siloz	plante întregi cu ştiuleţi	6.5	3.0	5.5
Sfeclă de zahăr	rădăcini: frunze şi colete (1:1)	4.9	2.0	6.0
Sfeclă furajeră	rădăcini: frunze (1: 0.5)	3.8	1.7	7.9
Cartofi	tuberculi: vreji (1: 0.5)	5.2	2.7	7.5
Floarea-soarelui	seminţe: tulpini (1:3)	36.5	17.5	50.0
Rapiţă pentru ulei	seminţe: tulpini (1:3)	51.5	36.0	44.0
In pentru seminţe	seminţe: tulpini (1:3)	59.0	17.3	72.0
Fasole boabe	boabe:vreji (1: 1.5)	59.5*	13.4	25.0
Mazăre boabe	boabe:vreji (1: 1.5)	61.0	16.0	28.0
Soia	boabe:vreji (1: 1.5)	70.0*	22.5	34.0
In pentru fuior	tulpini	11.0	7.0	13.0
Cânepă	tulpini	10.0	8.5	17.5
Lucernă	masă verde la începutul înfloririi	8.0*	1.6	6.5
Trifoi roşu	masă verde la începutul înfloririi	6.5*	1.5	5.5
Iarbă de pajişti naturale		6.5	1.4	4.5
Golomăţ	masă verde	6.0	1.7	8.3
Borceag (ovăz+măzăriche)	masă verde	6.5*	2.4	5.5
Porumb	masă verde	3.0	1.7	4.5
Fân de lucernă	începutul înfloririi	32.0*	6.4	22.0
Fân de trifoi roşu	începutul înfloririi	26.0?	6.0	21.0
Fân de pajişte naturală	-	24.0	5.6	18.0
Fân de graminee perene cultivate	-	23.0	6.5	28.0
Fân de borceag (ovăz+măzăriche)	-	25.0*	8.0	20.0
Fân de lucernă în amestec cu raigras	-	26.0*	6.0	20.0
Mere	Fructe	1.6	0.5	2.0
Struguri de vin (+producţia secundară)	-	6.5	1.6	5.5
Tomate	fructe	2.9	1.0	4.5
Varză de toamnă	căpăţâni	3.5	1.2	4.0

* în cea mai mare parte provine din simbioza cu microorganismele fixatoare de azot.

De peste ocean, din SUA, conform datelor publicate de IPNI, obţinem următoarele date asupra cantităţilor de nutrienţi extraşi de diferite culturi şi care se cer compensate de către sol prin una din sursele prezentate (tabelul 78).

Tabelul 78

Estimarea principalelor nutrienţi ridicaţi o dată cu recolta (IPNI - 2008)

Cultura	Unitate	N	P_2O_5	K_2O
lucernă	tonă	23,13	5,5	22,23
mere	tonă	2,72	1,63	7,62
orz (tot)	tonă	20,62	8,33	6,67
orz (primăvară)	tonă	22,92	8,33	7,29
fasole uscată	tonă	50	13	15
rapiţă	tonă	38,04	24,03	40,05
porumb boabe	tonă	12,5	6,78	4,82
porumb siloz	tonă	4,4	1,4	3,31
bumbac	tonă	64,01	28	28
alt fan	tonă	13,15	5,44	22,68
alune	tonă	35,04	5,5	8,5
cartofi	tonă	3,2	1,2	5,5
orez	tonă	12,7	6,7	3,5
sorg boabe	tonă	11,79	6,96	4,82
soia	tonă	63,33	14	21,66
sfeclă de zahăr	tonă	1,68	1	3,31
trestie de zahăr	tonă	0,9	0,57	1,59
floarea soarelui	tonă	27,03	10	9
porumb dulce	tonă	15,6	5,2	15,1
tutun	tonă	36,05	9	57,07
grâu	tonă	25	10	5,67
portocale	tonă	4,41	0,9	5,51

Pot fi, de asemenea, utilizate şi următoarele valori medii de azot mineral disponibilizate prin mineralizarea humusului în soluri aflate de multă vreme în cultură, fenomen nedorit şi care va dispărea din agricultura viitorului.

Tabelul 79

Cantităţi de azot mineral disponibilizate anual în sol prin mineralizarea humusului în funcţie de valoarea indicelui de azot $I_A = \frac{\text{Humus} \times V}{100}$

Indice de azot (I_A)	N mineral, kg N/ha
la valori I_N în stratul arat de 1,0 la grâu	25-30
la valori I_N în stratul arat de 2,0 la grâu	40-45
la valori I_N în stratul arat de 1,0 la porumb	50-55
la valori I_N în stratul arat de 1,0 la porumb	65-70

Sub plantele prăşitoare, cantităţile de azot mineral formate (de regulă azot amoniacal) sunt de 1,2 - 1,3 ori mai mari decât cele de sub plantele neprăşitoare.

N_L - azotul rămas în sol după premergătoare leguminoase

$$N_L, \text{ kg N/ha} = Rl * N_{spl} * \frac{0,8}{t} - 0,15\ h$$

în care:

Rl – recolta principală obţinută la leguminoasa premergătoare, kg/ha, (pentru leguminoase perene este recolta însumată pe toţi anii de exploatare);

N_{spl} – cantitatea specifică de azot fixat biologic de premergătoarea leguminoasă şi rămasă în sol, în kg N/tonă de produs principal, având următoarele valori: **20 la soia, 35 la fasole, 25 la mazăre, 6 la fân de lucernă şi trifoi, 3 la borceag de toamnă, 2 la borceag de primăvară**.

t – timpul, în ani, trecut de la prima arătură făcută după culturile leguminoase.

N_{rez} – azotul rezidual, rămas de la cultura premergătoare:

$$N_{rez}, \text{ kg/ha} = \text{producţia premergătoarei (t/ha)} * C_{sp} * K_{rem},$$

în care:

K_{rem} are valoarea 0,15 pentru neleguminoase şi 0,35 pentru leguminoase;

Nrv – azot consumat suplimentar de resturi vegetale celulozice (rădăcini şi paie de cereale păioase şi graminee, coceni de porumb, tulpini de floarea-soarelui,

$$N_{rv}, \text{ kg N/ha} = 7 * R_v$$

în care Rv este cantitatea de resturi vegetale celulozice introdusă în sol, în t/ha.

Doza de azot calculată este necesar a fi asigurată în primul rând din îngrăşămintele naturale existente în exploataţia agricolă, având grijă să nu fie depăşite limitele impuse de legislaţia în vigoare pentru Zone Vulnerabile la Poluarea cu Nitraţi (210 kg N/ha pentru terenuri arabile cu scădere în patru ani la 170 kg N/ha, respectiv 250 kg N/ha pentru fâneţe).

Pentru conformarea cu acest prag al dozei de azot în îngrăşământul natural este necesar a fi făcut în prealabil un calcul privind cantitatea de

îngrăşământ, Q, sau m^3/ha care aduce un aport de 170, respectiv 210 sau 250 kg N/ha,

Q, t/ha sau m^3/ha = 170/Cs, respectiv Q, t/ha sau m^3/ha = 210/C_s

în care C_s reprezintă conținutul specific de N al tipului de îngrăşământ disponibil în fermă, exprimat în kg/t sau kg/m^3 în cazul celor lichide sau semifluide (vezi tabelul 80).

Tabelul 80

Cantitățile medii totale de nutrienți majori prezente în îngrăşămintele naturale (kg element sau substanță activă/tonă) (Vintilă, 1983, Răuță şi Dumitru, 1986, Dumitru, 1986, citați de Borlan ş.a., 1994)

Proveniență	Substanţă organică uscată	N	P_2O_5	K_2O
a) Gunoi semifermentat cu aşternut de paie şi resturi de furaje fibroase				
Rumegătoare mari	220	4,5	2,5	5,0
Rumegătoare mici	250	7,0	2,8	6,0
Cabaline	250	6,0	3,0	5,0
Porcine	210	5,5	4,0	4,5
Păsări	80	6,0	5,0	2,0
b) Îngrăşăminte fluide sub formă de suspensii (tulbureală)				
Rumegătoare mari	40	3,0	1,0	3,0
Porcine	40	4,0	2,0	2,0
Păsări	80	6,0	5,0	2,0
c) Urină nefermentată				
Rumegătoare mari	80	7,5	0,1	16,0
Porcine	90	13,5	0,1	12,5
Păsări	30	4,0	1,0	5,0
d) Dejecţii solide nefermentate				
Rumegătoare mari	160	5,0	2,0	2,0
Rumegătoare mici	300	7,5	4,3	3,8
Cabaline	290	5,8	2,9	6,2
Porcine	290	6,8	6,5	3,0
Păsări	260	14,5	11,5	6,0
e) Must de bălegar (platformă de gunoi)				
Rumegătoare mari şi cabaline	50	1,5	0,6	3,0
f) Nămol din paturile de uscare din crescătoriile de porci				
Porcine	190	6,5	3,5	0,8
g) Compost cu nămol din paturi de uscare şi resturi vegetale celulozice				
Porcine	400	9,0	8,5	4,0

Îngrăşământul organic se utilizează în funcţie de disponibilităţile fermei şi specificul culturilor, surplusul (raportat la întreaga suprafaţă agricolă) fiind disponibil pentru comercializare.

Doza de azot corespunzătoare normei de îngrăşământ natural (NIN) stabilită pe criterii agronomice (diferenţiată pe tipuri de culturi şi zone pedoclimatice) (a se vedea pentru gunoiul de grajd recomandările de normare din tabelul 80) se ajustează în funcţie de proporţia mineralizării şi eliberării azotului din îngrăşămintele organice încorporate în sol în primii trei ani de la aplicare. Viteza desfăşurării procesului de mineralizare este mai mare cu cât raportul C:N din aceste materiale este mai redus (mai mic) (tabelul 81).

Tabelul 81

Cantităţile de gunoi de grajd recomandate pentru aplicarea anuală în sol (t/ha) (După Codul de Bune Practici Agricole – 2003)

Cultura	Gradul de fermentare	Zona de stepă			Zona de silvostepă			Zona forestieră		
		Textura solului								
		uşoară	Mijlo-cie	grea	uşoară	Mijlo-cie	grea	uşoară	Mijlo-cie	grea
Cereale păioase	Puţin fermentat	15-20	20-25	25-30	20-25	25-30	30-35	20-25	25-30	30-35
	Bine fermentat	10	10-15	15-20	10-15	15-20	20-25	10-15	15-20	20-25
Porumb	Puţin fermentat	20-25	25-30	30-35	25-30	30-35	35-40	25-30	30-35	35-40
	Bine fermentat	10-15	15-20	20-25	15-20	20-25	25-30	15-20	20-25	25-30
Plante tehnice	Puţin fermentat	25-30	30-35	35-40	30-35	40	30-35	35-40	35-40	35-40
	Bine fermentat	20-25	25-30	25-30	20-25	30	25-30	25-30	25-30	25-30
Culturi legumicole	Bine fermentat	30-40	35-40	40	30-35	30-40	35-40	30-35	30-35	35-40
Pomi pe rod	Bine fermentat	30	35-40	40	30-35	30-40	35-40	30-35	30-35	40
Viţă de vie neviguroasă	Bine fermentat	20	20-30	30-35	20-25	25-30	30-35	30-35	30-35	35-40
Viţă de vie viguroasă	Bine fermentat	30	30-35	30-35	30-35	35-40	40	30-35	35-40	40

Conform Codului de bune practici, valorificarea eficientă a formelor diverse de îngrăşăminte se va face fără poluare.

Tabelul 82

Coeficienţii de valorificare (%) a diferitelor îngrăşăminte naturale în funcţie de raportul C:N (Borlan ş.a., 1994)

Tip de îngrăşământ	Raport C:N	Ani de la încorporarea în sol		
		1	2	3
Gunoi de grajd semifermentat	28,0	35-40	15-20	10-15
Gunoi de grajd nefermentat (dejecţii bovine şi cabaline)	15,0	60-65	15-20	5-10
Dejecţii proaspete de porc	16,0	60-65	20-25	0-10
Dejecţii proaspete de păsări	8,5	80-85	5-10	
Nămol decantare porcine	15,5	70-75	15-20	
Nămol decantare păsări	5,9	85-90	5-10	
Tulbureală		50-65	20-40	

Tabelul 83

Valori absolute şi relative privind utilizarea elementelor nutritive din gunoi de grajd semifermentat pe aşternut de paie, provenit de la rumegătoare mari, având 0,4% N, 25% P_2O_5 şi 0,5% K_2O

Substanţe nutritive eficiente	Coeficienţi de utilizare (%)				kg element sau substanţă activă/tonă gunoi			
	anul 1	anul 2	anul 3	total pe 3 ani	anul 1	anul 2	anul 3	total pe 3 ani
Azot (N)	33	20	15	68	1,3	0,8	0,6	2,7
Fosfor (P_2O_5)	35	22	8	65	0,8	0,6	0,2	1,6
Potasiu (K_2O)	50	25	17	92	2,5	1,3	0,8	4,6

11.2.4.1. Necesarul de fertilizare cu îngrăşăminte organice şi minerale cu fosfor şi potasiu

În cazul fosforului şi potasiului se poate utiliza, de asemenea, o schemă simplificată pentru determinarea necesarului de fertilizare cu îngrăşăminte organice şi minerale pe baza exporturilor în recolta scontată şi în funcţie de unele însuşiri relevante ale solului (gradul de asigurare cu P şi K, textura) (Borlan ş.a., 1997), conform tabelului 84.

Recomandările iau în consideraţie procesele fizico-chimice (adsorbţie, fixare, retrogradare) care controlează mobilitatea acestor nutrienţi în sol, mărind corespunzător dozele pe solurile slab asigurate până la dublarea cantităţilor exportate cu recolta scontată şi diminuând până la anulare dozele pe solurile excesiv asigurate.

Necesarul de nutrienţi astfel evaluat se corectează cu aporturile de P şi K din îngrăşămintele naturale (în efect remanent sau direct), utilizând coeficienţii din tabelele 80,82 şi 84.

Tabelul 84

Determinarea necesarului de fertilizare cu fosfor şi potasiu pe baza exporturilor de elemente

Gradul de asigurare al solului	P_2O_5	K_2O	
	Toate tipurile de sol	Solurile uşoare	Soluri medii şi grele
foarte scăzut	E + 0,9 * E	E + 0,5 * E	E + 1,0 * E
scăzut	E + 0,4 * E	E + 0,25 * E	E + 0,5 * E
mijlociu	E	E	E
ridicat	0,5 E	0,5 E	0,5 E
foarte ridicat	0	0	0

E = exportul de nutrienţi în kg/ha

Tabelul 85

Semnificaţia agrochimică a conţinuturilor de forme mobile de fosfor şi potasiu extractibile în soluţie tamponată de acetat-lactat de amoniu la pH 3,75, în funcţie de textura solului (Borlan ş.a., 1997)

Gradul de asigurare al solului	P_{AL} (ppm P)	K_{AL} (ppm P)		
	Toate tipurile de sol	Solurile uşoare* nisipoase şi lutoase	Soluri medii** argilo-nisipoase şi lutoase	Soluri grele ** argilo-lutoase şi argiloase
foarte scăzut	< 8	< 50	< 66	< 80
scăzut	8-18	50-100	66-132	80-160
mijlociu	18-36	100-150	132-200	160-240
ridicat	36-72	150-200	200-265	240-320
foarte ridicat	> 72	> 200	> 265	> 320

*) Valorile inferioare pentru solurile nisipoase, cele superioare pentru pentru solurile luto-nisipoase

**) Valorile inferioare pentru condiţii locale bune, cele superioare pentru condiţii locale nefavorabile (condiţii locale = factorii fizico-chimici şi biologici din sol în legătură cu mobilizarea, acumularea, reţinerea de nutrienţi şi regimul de nutriţie).

Toate datele prezentate în cadrul bunelor practici prezentate mai sus vor face obiectul unor prelucrări speciale în situaţia în care conceptul privind existenţa unor nutrienţi din humus nu se mai acceptă, ci dimpotrivă, aşa cum se va vedea, se va solicita reconstruirea humusului şi reintroducerea în sol a unei cantităţi mărite de CO_2 din atmosfera supraîncărcată în acest element.

11.2.4.2. Aspecte specifice ale îngrăşării cu azot văzute în ţările cu agricultură dezvoltată

Exemplul Brian F. (2002)

Aici se iau în considerare două aspecte, şi anume:

- Cea mai mare parte din agricultura europeană este una de model integrat, în care, spre deosebire de România, creşterea animalelor şi îndeosebi a bovinelor şi porcilor joacă un sol extrem de important.

- Animalele nu sunt crescute numai pentru carne şi lapte sau ouă (păsări) ci în mod deosebit şi pentru gunoiul lor de grajd (Bune practici în agricultură) (este bine să precizăm că aceste bune practici sunt exprimate în România numai la nivel teoretic, în realitate ele neexistând).

- Or, în aceste condiţii în care se fac programe bune, dar nu se implementează, noua înverzire a ecosistemelor agricole, a agriculturii în general rămâne în România doar o mare deziluzie.

11.2.4.3. Îngrăşămintele organice şi aprovizionarea nutriţională de bază

În fermele din Occident îngrăşarea de bază începe pe fond cu îngrăşămintele organice produse în ferme urmate de îngrăşarea solului cu azot fixat biologic (asociativ sau simbiotic), iar dacă din bilanț mai rezultă şi necesitatea completării acestuia cu azot fixat industrial, numai atunci se aplică şi acesta, şi numai ca doză de completare. În marile ferme neintegrate rolul îngrăşămintelor organice este preluat de culturi intermediare, dar, cu toate acestea cantitatea de azot industrial creşte în asolament până la 75% din necesarul de azot, ceea ce este foarte mult pentru reconstrucția ecologică a solurilor.

Aplicarea îngrăşămintelor organice se face după o analiză atentă a conținutului acestora în elemente nutritive, şi în special în azot, azotul organic, aşa cum este denumit el în cazul îngrăşămintelor organice. În tabelul 86 precizăm câțiva parametri care exprimă disponibilitatea azotului, eliberarea lui în formă minerală, absorbabilă la diferite forme de îngrăşăminte organice.

Atenție! Mărimea actuală a activității azotului din diferitele forme de îngrăşăminte organice se corelează cu trei indicatori importanți ai acestora:

1. Cantitatea de N sub formă de amoniu.
2. Raportul C/N al îngrăşămintelor aplicate.
3. Degradabilitatea substanțelor organice (carbon organic).

Tabelul 86

Indicatori de apreciere a azotului disponibil din îngrăşămintele organice
(după Fowlen Brian, 2002)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Azot mineral (NH_4 - N)	C/N	Degradabilitatea substanţei organice	Acţiunea N pe termen scurt. Echivalent în % din acţiunea îngrăşămintelor minerale (I_M)
1	Făinuri de carne, pene, piele	0 - 5	3 - 4	bună	50 - 70
2	Făinuri de carne, sânge sau oase	5 - 10	3 - 5	foarte bună	60 - 80
3	Îngrăşăminte verzi	0 - 10	10 - 30	redusă - mijlocie	10 - 40
4	Biocomposturi	5 - 15	13 - 20	redusă	5 - 15
5	Gunoi de grajd	10 - 20	12 - 15	redusă	10 - 20
6	Nămoluri, epurare dense	5 - 20	6 - 8	medie	15 - 30
7	Nămoluri epurare subţiri	30 - 40	3 - 5	medie	45 - 55
8	Guelle (vită)	40 - 60	8	redusă	40 - 50
9	Guelle - biogaz	45 - 70	3 - 5	redusă	50 - 70
10	Guelle - păsări	60 - 70	4	mijlocie	70 - 85
11	Must - gunoi grajd	80 - 90	1 - 2	-	85 - 90

Corelaţia este una pozitivă, şi anume cu cât substanţa organică a îngrăşământului este mai săracă în N şi cu cât este mai mare raportul C/N cu atât este mai proastă mineralizarea şi mai mare imobilizarea în sol a acestuia.

NH_4 redus + C/N mare = degradabilitate redusă + imobilizare mare (acțiune mică)

NH_4 mare + C/N mic = degradabilitate ridicată + imobilizare redusă.

Cantitatea redusă de NH4 în îngrăşăminte, cum ar fi chiar mult recomandatul gunoi de grajd ca de altminteri şi numeroase composturi, au nevoie de azot suplimentar extras din humus pentru a deveni fertilizanți rapizi. Din acest punct de vedere mustul de gunoi şi guelle sunt mult mai eficiente ca efecte de nutriție.

Vom arăta într-un capitol următor că gunoiul de grajd şi composturile sunt aplicate pe suprafețele agricole pentru îmbunătățirea solului cu humus şi, în consecință, a formării complexului argilă – humus, şi mai puțin pentru o fertilitate rapidă şi eficientă a plantelor.

Compararea eficienței în amoniu a îngrăşămintelor organice comparativ cu cele minerale este prezentată în tabelul 87.

Tabelul 87

Componența în amoniu nutritiv a diferitelor forme de îngrăşăminte organice şi a activităților lor comparativ cu îngrăşămintele minerale %
(după Fowlen Brian, 2002)

Nr. crt.	Forma de îngrăşământ	Amoniu (NH4)	Azot organic legat
1	Azot mineral	100	-
2	Must de gunoi de grajd	90	10
3	Guelle - vită	50	50
4	Guelle - porc	65	35
5	Guelle - păsări	60	40
6	Gunoi proaspăt găini	30	70
7	Gunoi păsări uscat	15	85
8	Gunoi de grajd	15	85
9	Gunoi de grajd compostat	5	95

Există deci o corelație inversă între amoniul disponibil şi amoniul legat organic.

Există deci o explicație pentru care numeroşi agricultori care aplică cantități mici de gunoi de grajd nu au efecte de producție constante. Conform acestor cifre:

100 kg N mineral = 20.000 kg gunoi de grajd, iar

200 kg N mineral = 40.000 kg gunoi de grajd.

Aceasta nu înseamnă deloc că vom sfătui agricultorii să nu utilizeze gunoiul de grajd, ci dimpotrivă. Să nu uite însă că în fermă există şi alte îngrăşăminte organice cu o disponibilitate mai mare pentru nutriție, guelle de vacă, de pasăre etc. Gunoiul şi composturile sunt mai potrivite pentru reconstrucția ecologică şi biologică a solului şi pentru o nutriție lentă şi de durată.

Putem vorbi în asemenea cazuri că eficiență avem, şi măsurăm o eficiență nutritivă anuală şi una totală a îngrăşămintelor organice.

$$\textbf{Activități nutriționale totale} = \Sigma (A_1 + A_2 \ldots + A_n)$$

în care :

A_1 = activitatea nutrițională din anul I, iar

A_2, A_3, ... A_n = activitatea nutrițională din anii următori, rezultați ca urmare a efectului rezidual, mai ales al gunoiului de grajd (tabelul 88).

Tabelul 88

Cedarea azotului din îngrăşăminte în anul de aplicaţie dar, şi în % din total (după Brian F., 2002)

Nr. crt.	Tip îngrăşământ organic	Azot cedat în anul de aplicaţie	Azot total cedat
1	Must gunoi grajd	85	90 (70-90)
2	Guelle	50	70 (60-70)
3	Gunoi de grajd	20	60 (50-60)
4	Composturi clasice	10	40 (30-40)

Faptul că în rubrica „azot total cedat" este dat un interval de încredere se datoreşte calităţii produselor aplicate, condiţiilor climatice şi tipului de sol. Pentru specialiştii care recomandă gunoiul de grajd, este bine să se ştie că în calculul dozei nutritive, nutriţie care, de regulă se întinde pe maximum 4 ani rareori putem beneficia mai mult de 50% din azotul inclus în doză. Rezidualitatea nutritivă a gunoiului de grajd în experienţe diverse efectuate în România şi alte ţări din Europa şi din lume arată ca în graficul din figura 336.

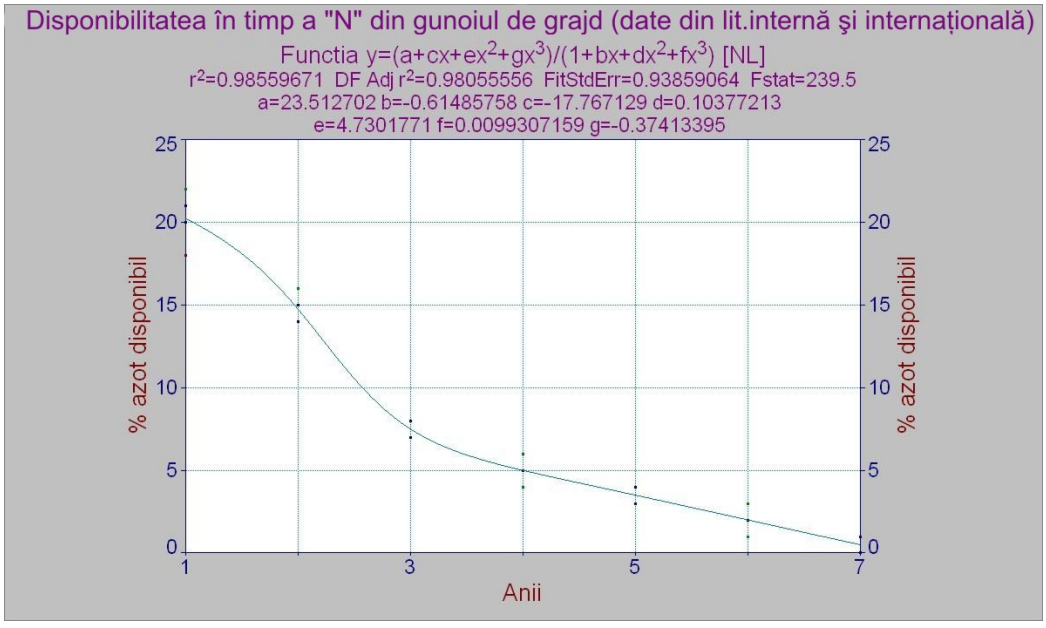


Figura 336. **Procesare originară după datele livrate de diverşi autori** (Ailincăi şi colab., 2008, Mercuş şi colab., 2001, Gutser R. şi colab, 2006), Toader C., 2009, Borlan Z. şi colab., 1994, Dumitru M şi colab., 2003) şi alţii

În primii ani de zile, rezidualitatea nutritivă este utilizată aproape în întregime, în anii 5, 6 şi 7 numai 5% din azotul din gunoiul de grajd ar mai putea fi disponibil. Disponibilitatea azotului din mustul gunoiului de grajd este, dimpotrivă, în primul an de cel puțin 90%, iar cea din diferite forme de guelle între 50 şi 60%. Participarea însă a diferitelor forme de materiale organice la reconstrucția însuşirilor biologice şi ecologice ale solului este invers proporțională cu cantitatea de azot pusă la dispoziția plantelor ca nutrienți.

Rezidualitatea nutriției cu azot dar şi alte elemente nutritive ale îngrăşămintelor organice este de asemenea invers proporțională cu disponibilitatea lor inițială.

Aplicarea $\int_{x0,1}^{x7} f(x) = 62,5\%$

Aceasta înseamnă că la nivelul total şi global al datelor internaționale utilizate pe diferite meridiane, se eliberează în sol în maximum 7 ani 62,5% din azotul pe care îl conține, din care:

$\int_{x01}^{x4}$ = 54,25% în primii 4 ani şi

$\int_{x01}^{x2}$ = 34,76% în primii 2 ani şi

$\int_{0.1}^{1}$ = 19,56% în primul an

Conținutul gunoiului de grajd în N poate fi diferit şi de aceea nu este de mirare că valorile găsite de noi nu corespund cu cele din tabelul 84 găsite de Borlan şi colab. (1994), care au folosit un gunoi mai bogat în azot decât cel internațional, folosit în experiențele analizate de noi. Pe de altă parte, modelul de degradare prezentat de noi prezintă valori medii şi include în mică măsură variantele impuse de miile de alți factori de influență, cum ar fi condițiile pedoclimatice, structura culturilor, asolamentele, calitatea gunoiului etc.

Agricultura vegetală a viitorului va ține cont în mod deosebit de reciclarea completă a resturilor organice din ferme, industria alimentară, stații de epurare, motiv pentru care materialele organice, procesate sau nu, vor fi folosite atât pentru nutriție cât şi pentru reconstrucția ecologică şi biologică a solurilor (figurile 337 şi 338).

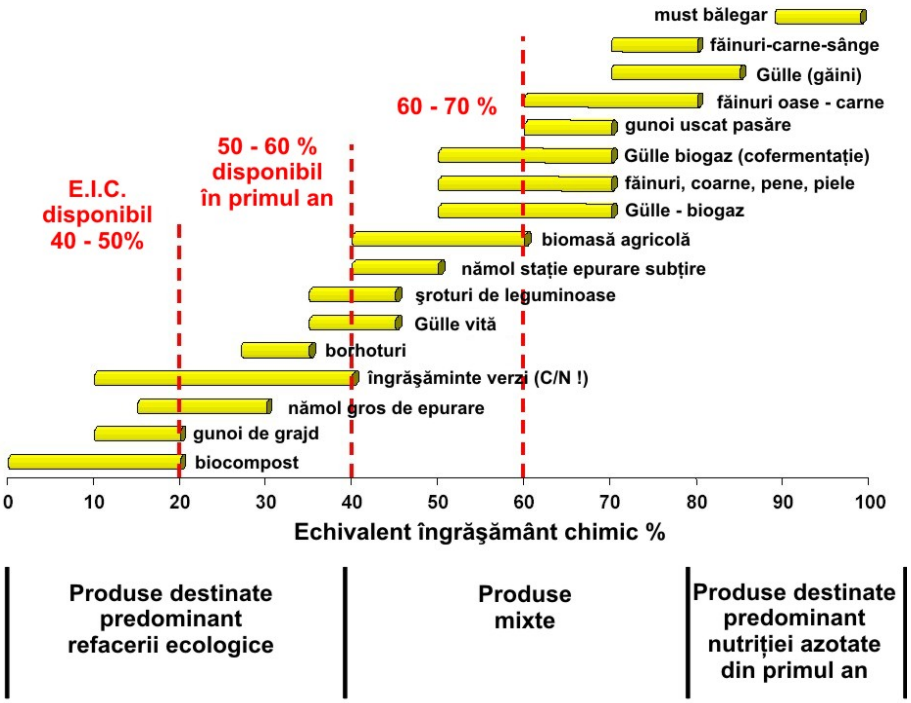


Figura 337. **Echivalentul în îngrăşăminte chimice (N) a diferitelor îngrăşăminte organice în anul de aplicare %** (După Gutser şi colab., 2005)

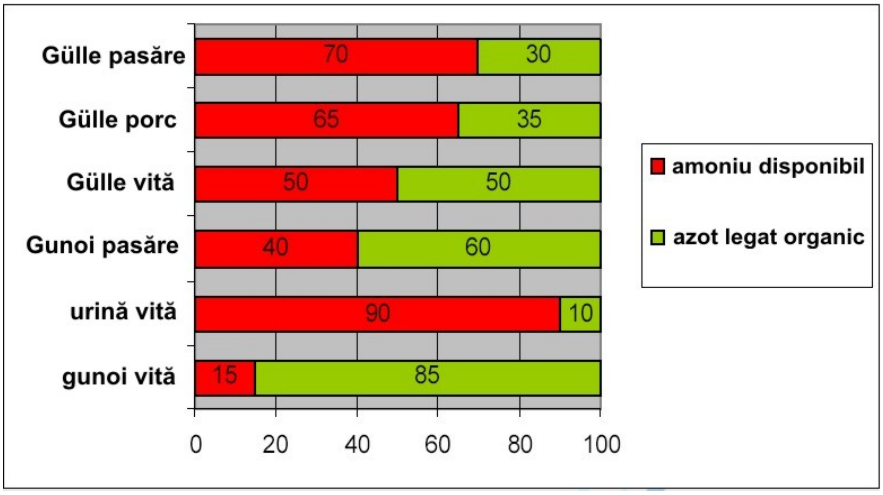


Figura 338. **Conţinutul de amoniu din diferite dejecţii organice provenite de la diferite animale**

Atenţie: Cu cât este mai mare disponibilitatea de azot amoniacal (urină, guelle pasăre, guelle porc) cu atât este mai mare valoarea nutritivă a produsului în anul de aplicare, şi cu cât este mai mică această cifră, cu atât este mai mare valoarea lui de reconstrucţie ecologică a solului.

Ţinând cont de gradul de aprovizionare cu azot, de condiţiile climatice şi de nivelul tehnologic, de dorinţa de a renunţa la extragerea azotului din humus, dar în condiţiile reciclărilor materialelor organice ale fermelor, conform lui Brian F. (2002) ar trebui să se aplice pentru zona europeană următoarele cantităţi de azot pentru producţii planificate la un nivel mediu de recoltă.

Tabelul 89

Cantitatea de azot recomandată a se aplica indiferent de sursă la niveluri medii de recoltă

(Brian F., 2002 - completată)

Grupa de cultură	Cultura	Azot necesar kg/ha	Producţia aşteptată t/ha
Cereale	grâu	110 - 140	4 - 6
	secară	80 - 100	3,5 - 5,5
	triticale	90 - 110	3,5 - 6,0
	orz toamnă furaj	100 - 120	3,5 - 6,0
	grâu primăvară	100 - 120	3,5 - 5,5
	orz primăvară furaj	80 - 100	3,5 - 5,5
	orz primăvară bere	50 - 70	3,5 - 7,0
	ovăz	70 - 90	3,5 - 5,0
Prăşitoare	porumb boabe (condiţii irigaţii România)	120 - 140	7,0 - 10,0
	porumb siloz (condiţii irigaţii)	140 - 160	40,0 - 50,0
	sfeclă de zahăr	90 - 110	45 - 60
	sfeclă furajeră	120 - 140	60 - 100
	cartof consum	110 - 130	25 - 35
	cartof timpuriu şi de sămânţă	90 - 110	15 - 20
Plante uleioase şi proteaginoase	mazăre, fasole boabe	0 - 60	2,5 - 4,5
	soia boabe	0 - 60	1,5 - 2,5
	rapiţă - seminţe	120 - 140	2,0 - 3,0
	floarea-soarelui	40 - 60	2,0 - 3,0
Culturi intermediare şi de furaj	leguminoase	0 - 40	15 - 25
	câmp furajer cu leguminoase	125 - 200	8 - 12

În situaţia în care condiţiile climatice permit şi potenţialul soiurilor poate fi mai bine utilizat, atunci dozele de azot pot fi mărite cu 30-40% fără a depăşi însă dozele recomandate de Uniunea Europeană decât dacă substituţia

azotului normal este demonstrat a fi făcută cu cel organic, aşa cum rezultă din bilanţul azotului în sol.

În subcapitolele de mai sus au fost prezentate numeroase materiale organice care pot fi substituenţi ai principalilor nutrienţi şi pe care avem obligaţia să-i utilizăm în nutriţia şi reconversia solului. Procentele privind disponibilitatea lor nutritivă nu au fost raportate la conţinutul efectiv de nutrienţi organici foarte variabili în funcţie de condiţiile de furajare şi tipul de animale (tabelul 90). Valori asemănătore vin şi din SUA (IPNI - 2010) (tabelul 91).

Atât cantitatea de gunoi de grajd cât şi cea de urină variază cu speciile, vârsta, modul de hrănire, modul de întreţinere (numai în stabulaţie, în stabulaţie temporară şi pe păşune etc.). În acest ultim caz scade considerabil conţinutul de urină sau must de bălegar şi implicit valoarea lui nutritivă în anul în curs. Valorile înscrise în tabele pot servi acolo unde produsul este disponibil, la calcularea dozelor de azot.

În calculul dozelor de azot obţinut din gunoiul de grajd este de reţinut faptul că pentru primul an de nutriţie cultura va primi numai 20-30% din azotul total al gunoiului utilizat. Exemplu: Dacă aplicăm culturi de porumb 20 t gunoi de grajd de bună calitate, atunci el va pune la dispoziţia culturii:

$$20 \times 5{,}5 \times 0{,}3 = 33 \text{ kg N}$$

Dacă producţia de porumb este planificată la 5 t/ha atunci el va consuma:

$$5 \times 20 = 100 \text{ kg N.}$$

Din bilanţ rezultă că din reciclarea materiei organice se mai pot obţine în sol 20 kg azot. Restul se compensează cu pierderile.

Rezultă că fermierul va mai trebui să aducă la îngrăşare cantitatea de:

$N = 100\ \ 20 - 33 = 47$ kg N, peste cele 20 tone gunoi.

Calcule similare pot fi făcute şi pentru anul 2, 3 sau 4, după care influenţa gunoiului de grajd se va resimţi din ce în ce mai puţin sau deloc.

Tabelul 90

Cantitatea şi conţinutul în elemente nutritive al gunoiului de grajd şi al urinei, respectiv mustului de bălegar determinate

(Prelucrare după mai mulţi autori – în principal Nutriţia animalelor, Berca M.)

Tip de animale* şi întreţinere	Paie kg/zi	Cantităţi medii/an		S.u. în gunoi de grajd	Elemente nutritive kg/t sau kg/m³					
					N (azot)		P_2O_5 (fosfor)		K_2O (potasiu)	
		Gunoi to/an	Urină + must m³/an		gunoi	urină	gunoi	urină	gunoi	urină
Vaci de lapte fără viţei 6000 l lapte	7,5	12	13	25	5,5	3,5	4,0	0	7,8	7,2
Vaci de lapte 5,5 luni stabulaţie liberă	8	7	0	25	5,5	0	2,0	0	10,0	0
Viţei până la 3 luni	2	2,0	0	25	7,5	0	3,0	0	10,0	0
Viţei la îngrăşat 3-6 luni	3	4,0	0	35	6,0	0	3,0	0	10,0	0
Tăuraş la îngrăşat > 6 luni	3,5	6,5	0	25	7,0	0	3,5	0	10,0	0
Juninci peste 3 luni	3,0	6,0	2,0	25	5,0	5,5	4,0	0	7,5	12,5
Porci la îngrăşat 3 luni F1	0,5	0,9	0,9	30	8,0	5,2	7,0	0	6,5	4,5
F2	1,0	1,4	0	30	9,0	0	4,5	0	7,7	0
Scroafe + 18 purcei F1	0,5	1,4	3,5	28	8,0	4,5	14,0	0	4,5	3
F2	0,5	1,2	3,5	28	6,5	3,5	10,5	0	4,0	3
Cal 500-600 kg/165 zile stabulaţie	8,0	5,3	1	30	4,5	1,5	2,9	0	8,5	6
Oi şi urmaşi 165 zile stabulaţie	2	1,4	0	30	7,5	0	3,0	0	13,5	0

* În situaţiile în care urina nu este prezentă se consideră că ea nu a fost colectată datorită întreţinerii pe pat mai gros de paie (stabulaţie intensivă).

Tabelul 91

Cantitățile de bălegar exprimate în unități vită mare (UVM) obținute de la diferite specii de animale şi conținutul lor în diferite elemente nutritive

(**Sursa:** IPNI 2010) Iowa University

Tipul de animal	animale echiva-lent vm	bălegar t/vm	N kg/t		P_2O_5 kg/t		K_2O kg/t		cic/an
			total	după ferme ntare	total	după ferme ntare	total	după ferme ntare	
vaci de carne	1	11,5	4,96	1,5	1,72	1,46	3,74	3,37	1
vaci de lapte	0,74	15,24	4,84	1,95	0,87	0,75	3,03	2,74	1
juninci şi viţei de lapte	1,82	12,05	2,75	0,82	0,59	0,5	2,28	2,05	1
tauri, viţei şi boi	1,64	10,59	4,98	1,49	1,53	1,3	3,57	3,04	1
porcine, vieri	2,67	6,11	6,01	1,5	1,94	1,64	3,56	3,24	2
porcine, carne	9,09	14,69	5,12	1,28	1,49	1,27	3,6	3,24	1
găini şi puici	250	11,45	12,2	3,85	4,52	3,85	4,73	4,26	1
pui carne	455	14,97	12,2	3	33,53	2,99	4,75	4,29	6
curcani de carne	67	8,18	13,8	4,55	5,36	4,56	5,26	4,73	2
curcani	50	9,12	10,2	5,08	5,99	3,44	3,44	3,09	1

Atenție! Există posibilitatea folosirii bălegarului de grajd sub formă proaspătă în care caz el are un mai mare rol nutritiv pentru că va conține de peste 3 ori mai mult azot şi cu 20-30% mai mult fosfor şi potasiu (tabelul 92) în condițiile în care este fermentat, respectiv compostat îi creşte valoarea reconstructivă pentru sol dar îi scade valoarea nutritivă (vezi şi figura 337).

Tabelul 92

Compoziția chimică medie a gunoiului de diferite proveniențe raportat la substanța uscată s.u.

Tipul de gunoi	Compoziţia chimică %					
	Apă	Materii organice	N	P_2O_5	K_2O	CaO
Gunoi proaspăt	75	21	0,50	0,25	0,60	0,35
Gunoi de cabaline	71	25	0,58	0,28	0,63	0,21
Gunoi de bovine	77	20	0,45	0,23	0,50	0,40

Tipul de gunoi	Compoziţia chimică %					
	Apă	Materii organice	N	P_2O_5	K_2O	CaO
Gunoi de ovine	64	31	0,83	0,23	0,67	0,33
Gunoi de porcine	72	25	0,45	0,19	0,60	0,18
Gunoi fermentat 3-4 luni	77	17	0,55	0,25	0,70	0,70
Gunoi fermentat complet (mraniţă)	79	14	0,98	0,58	0,90	0,88

Câteva din cele mai cunoscute caracteristici ale gunoiului de grajd cu efecte pozitive sunt redate în cele ce urmează:

- Conține întregul complex de nutrienți necesar plantelor cultivate.
- Este considerat un îngrăşământ universal, potrivit pentru toate plantele de cultură şi pe toate tipurile de sol.
- Se foloseşte cu precădere pe solurile sărace în humus, pe cele nestructurate sau cu structură degradată, pe cele grele (argiloase) pe care le afânează, pe cele uşoare (nisipoase) la care le îmbunătățeşte caracteristicile de reținere a apei.
- Procesele de mineralizare a materiei organice nu sunt rapide, datorită aportului de material vegetal folosit la aşternut. Astfel că nitrații sunt eliberați treptat. Amoniul este însă repede folosit.
- De asemenea, introdus în sol contribuie la îmbunătățirea stării structurale, la creşterea capacității capilare, a rezervelor accesibile de apă.
- Are o acțiune benefică asupra activității macro şi microorganismelor din sol, stimulându-le activitatea şi dezvoltare. De aceea serveşte la reconstrucția ecologică a solului.
- Urina este considerată, de asemenea, un bun fertilizant organic natural, fiind bogată îndeosebi în azot şi potasiu. Se utilizează urina din adăposturile zootehnice, nereținută de aşternutul folosit, colectată şi păstrată cu sau fără fermentare în bazine acoperite, pentru a se evita pierderile de azot (tabelul 89).

În mod asemănător se fac calcule şi pentru celelalte îngrăşăminte de bază P_2O_5 şi K_2O. Un exemplu în acest sens vă va fi prezentat pe un studiu de caz în paginile următoare ale acestei lucrări.

Precizăm însă că pentru condițiile din România în care efectivele de animale au fost reduse la niveluri inimaginabile pentru o țară cu potențial agricol, gunoiul de grajd de calitate a ajuns o raritate şi este utilizat mai ales în zona legumicolă, îndeosebi pentru sere şi solarii, sau în micile întreprinderi de subzistență sau semicomerciale ca îngrăşământ de bază în absența îngrăşămintelor chimice de sinteză.

Faptul că România nu are gunoi de grajd o obligă tehnologic şi agroregenerativ la folosirea de composturi (tot în întreprinderi mici) sau la

utilizarea unor composturi comerciale despre care vom vorbi în această carte, inclusiv pentru întreprinderi mai mari şi culturi specifice. În zonele marilor exploatări de porci şi păsări, cu creşterea exclusivă în grajduri şi fără paie, rezultă un alt material tip îngrăşământ organic denumit guelle (termenul venind din limba germană).

11.2.4.4. Ce este guelle? (Tulbureala)

Este un îngrăşământ organic de mare importanţă economică, alcătuit în principal din urină + dejecţii (fecale) care provin de la animalele de producţie ale fermelor specializate sau integrate. În funcţie de modelul de întreţinere al animalelor, de cantitatea de paie şi apă de spălare a grajdurilor, distingem:

- Guelle subţire – cu o vâscozitate redusă şi în care arareori se folosesc paiele.
- Guelle gros-vâscos – provenit din amestecul urinei şi fecalelor cu paie sau alte materiale organice.
- Şi mai subţire decât guelle sunt urina şi mustul de bălegar, care au o formă exclusiv lichidă şi care în Bayern şi Elveţia sunt considerate guelle. În Germania clasică termenul folosit este Jauche. Din punct de vedere al disponibilităţii azotului ele ocupă următoarea ordine (vezi şi figura 337):

urină > guelle subţire > guelle gros > gunoi proaspăt >gunoi fermentat > compost

Ca proveniență, guelle poate fi:

- de la porci, cu un conţinut de:
  - aprox. 7% substanţă uscată (s.u.);
  - 3-17% amoniu (NH_4^+);
  - 6 - 18% alte forme de azot (de regulă organic);
  - 2 - 10% fosfor, toate calculate la conţinutul de s.u.
- de la vite , cu următoarea compoziţie:
  - 8 - 11% substanţă uscată;
  - 1 - 4% amoniu (NH_4^+);
  - 0,5 - 3,3% fosfor (P_2O_5).

11.2.4.5. Metodologia de aplicare

Atât guelle cât şi urina sau sucul de bălegar se aplică după transportare în locaţia de tratament, utilizând cisterne prevăzute în spate cu dispozitiv special de împrăştiere.

Figura 339. **Împrăştiere guelle pe o păşune din Germania**
(**Sursa:** www.mercur-online.de/bilder)

Momentul de aplicare este diferit în funcţie de necesităţi. Pe păşuni se aplică toamna sau primăvara devreme, iar la culturi de câmp, de regulă, pe mirişte, după recoltarea cerealelor (figura 340) sau a rapiţei. Nu se aplică pe mirişte de mazăre, soia sau alte leguminoase. Cantităţile de guelle ca şi ale gunoiului de grajd se calculează în funcţie de necesarul de azot şi fosfor al culturilor şi poate varia între 15 şi 50 m^3/ha.

Figura 340. **Aplicarea produsului guelle pe o mirişte de grâu în sudul Germaniei**
(**Sursa:** www.hna.de/bilder şi universitatea din Bonn)

Gunoiul de grajd, având o formă solidă, şi la fel şi compostul se pot aplica cu remarci speciale prevăzute cu un dispozitiv de împrăştiere a gunoiului montat în spatele remorcii. De regulă, remorca este acționată de un tractor prevăzut în față şi cu o cupă de încărcare a remorcii, acelaşi tractor fiind mult mai rațional utilizat (figura 341).

Figura 341. **Aplicarea gunoiului de grajd cu o remorcă specială pe păşunile din Tirolul austriac. Se vede din figură că aplicaţiile se efectuau în toamnă** (foto autor)

Dacă tratamentul se face pe terenuri arabile, solul rămâne multă vreme de culoare închisă. Din cauza ploilor uşoare şi a vremii răcoroase (+ 3-4^{o}C) amoniul este uşor difuzat în sol şi nu se pierde în atmosferă (figura 342).

Figura 342. **Suprafaţa arabilă pe care s-a aplicat gunoi de grajd - dreapta, şi pe care nu s-a aplicat - stânga** (foto autor, Tirol, Austria, 26.10.2009)

Totuşi, pe solurile arabile o încorporare cu gruberul la adâncime de 10-15 cm este recomandată de toți consultanții locali. Dozele de gunoi de grajd fac parte din bilanțul elementelor nutritive şi în mod deosebit al azotului, dar în acest caz constituie şi o importantă sursă de refacere a carbonului, respectiv humus-C din sol.

11.2.4.6. Gunoiul de grajd ca materie primă pentru alte feluri de îngrăşăminte organice şi pentru energie

Fără a intra în detalii (pe care le puteți găsi îm lucrările lui Dumitru şi colab., 2003) menționăm că gunoiul de grajd este un material de pornire pentru numeroase composturi. Compostarea se poate realiza numai din gunoi de grajd, sau din gunoi de grajd şi alte reziduuri alimentare, de fermă. Prin compostare se înțelege o transformare biologică a gunoiului de grajd care are loc în două faze:

Faza 1: Degradare activă microbiologică

- durata: aprox. o lună (30 zile)
- procese: temperatură 65-70^{o}C
  eliminare de CO_2 ↑
  eliminare de apă ↑

→ Compost tânăr (proaspăt)

Faza 2: Faza latentă de maturare cu următoarele procese:

→ Dominarea reacțiilor de humificare (formare acizi humici)
→ Mineralizarea bio a masei microbiene.

→ Compost matur

Ca urmare a compostării rezultă un material uniform, de culoare neagră, stabil, în care raportul C/N este 35/15, umiditatea 50%, care prezintă următoarele avantaje:

- un volum mai mare
- o omogenitate excelentă
- o aplicabilitate mai redusă
- fără pierderi de azot.

Analizele comparative efectuate de Pascal Fiecks (Agro-Ost) arată astfel:

Tabelul 93

Compoziția în elemente nutritive (%) a gunoiului de grajd şi a compostului

Elemente nutritive	Gunoi de grajd	Compost	Valoarea în fermă a elementelor nutritive/euro/unitate
N total	4,248	4,941	0,9
NH_3-N	1	0,3	-
P_2O_5	3	4	1,0
K_2O	3	4	0,6
MgO	0,350	0,450	0,25
CaO	0,250	0,40	0,10
Na_2O	0,240	0,270	0,30
Valoare totală la nivel fermă Euro/tonă	11,33	16,06	-

Prin compostare rezultă deci un produs în care cea mai mare cantitate de azot a fost sustrasă pierderii lor prin înglobarea lui în acizi huminici. În felul acesta valoarea gunoiului de grajd creşte cu 16,06 – 11,33 = 4,33 euro/t, cifră care acopere costurile suplimentare de procesare (180%).

11.3. CONDIŢII BIOCHIMICE PENTRU COMPOSTARE

Pentru obținerea unui compost de calitate este necesară îndeplinirea unor condiții care se pot crea printr-o bună organizare a platformelor pentru ca bacteriile de fermentație aerobă să-şi îndeplinească funcțiile. Rezultatul acestei fermentații nu constă numai în obținerea unui material organic de bună calitate ci, concomitent, în realizarea igienizării de bază a materialului pornind de la realitatea că arareori gunoiul de grajd sau guelle (gunoiul zemos – tulbureala) nu este infectat cu germeni patogeni care pot ajunge în sol şi de acolo, mai ales prin produse care intră în alimentele proaspete (legume în special) pot infecta omul. Printre cele mai periculoase asemenea bacterii enumerăm:

1. ***E. Coli***. Eliminată de toate speciile de animale, dar mai ales de viței şi junincile sub 24 de luni. Bacteria nu exercită o presiune foarte mare asupra mediului şi solului.

2. ***Salmonella species*** (dominant ***typhimurium***). Sunt cunoscute peste 2000 specii de Salmonella. Ele sunt prezente la foarte multe specii, dar nu lipsesc în grupurile de vite, păsări, neîntreținute sanitar. Este uşor eliminată în gunoiul de grajd sau guelle.

3. ***Listeria monocytogenes.*** Este o bacterie care se găseşte în mod natural în plante şi sol, dar şi în silozul de porumb, fabricat defectuos şi care are o valoare ridicată a pH-ului. Dintre animale, vitele elimină cea mai mare cantitate de bacterii.

4. Alte microorganisme. Se întâlnesc destul de frecvent protozoare de tipul *Kyptosporidine* sau *Giardia*, ce pot infecta oamenii, dar şi reinfecta animalele, îndeosebi vitele.

În general, în țările dezvoltate ale Uniunii Europene se fac sistematic analize atât asupra gunoiului de grajd cât şi a composturilor rezultate, analizându-se atât aspectele utile ale fenomenului de compostare şi de aplicare acestora, despre care am vorbit mai sus, cât şi aspectele lor negative. Conform cercetătorilor germani Brigit A. şi colab. (2010), în probele de Guelle de la vite au fost găsite între $2{,}1 \times 10^4$ şi $2{,}1 \times 10^6$ streptococi la gramul de produs, respectiv $9{,}3 \times 10^3$ - 4,3 y 10^6 în fiecare gram guelle la păsări, iar la vite $4{,}3 \times 10^3 \rightarrow 9{,}3 \times 10^3$ pentru aceeaşi unitate guelle. Nu a existat mediu organic compostabil în care acestea să nu fi fost prezente. E. coli, clostridiile etc., au fost şi ele identificate în foarte multe crescătorii de animale, numărul probelor ridicate fiind mai mare de 20.

Aceste **dezavantaje** sunt cu atât mai greu de suportat cu cât ne propunem să aplicăm gunoiul sau compostul în zonele de protecție a apelor. În acest caz, în spațiul german gunoiul de grajd şi guelle neprocesat nu se aplică. Se aplică numai composturile. Pentru ca un compost să fie cu adevărat liber de bacterii sau alți patogeni, este necesar a fi preparat în următoarele condiții:

1) Fermentare aerobă la condiții de temperatură de 55-60^{o}C cel puțin 3 săptămâni sau minimum 65^{o}C cel puțin o săptămână.

2) Administrarea eventual a unor preparate bacteriene ajutătoare model complex Bactofil sau Biovin.

În asemenea condiții, cercetările efectuate de Zbigniew (1998) arată că ouăle paraziților pot fi distruse la temperaturi de circa 52^{o}C în aproape 17 ore. Dimpotrivă, cu referire la streptococi, acelaşi autor are nevoie de mult mai mult timp pentru a-i distruge. Din aceste motive apare şi necesitatea ca durata compostării să fie cu mult mai lungă.

Cu toate acestea, punând în balanță avantajele şi dezavantajele gunoiului de grajd şi al compostului ajungem la schema din figura 343.

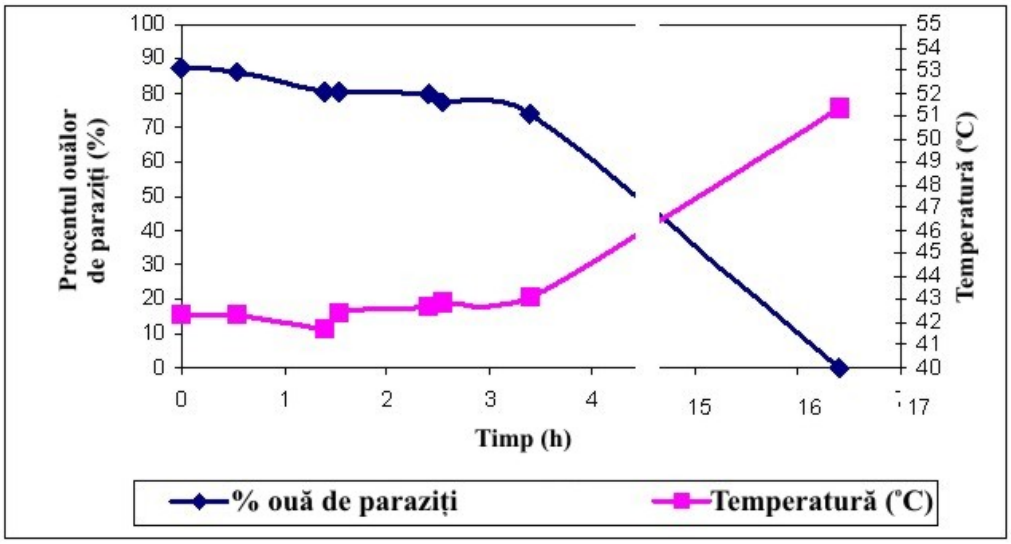
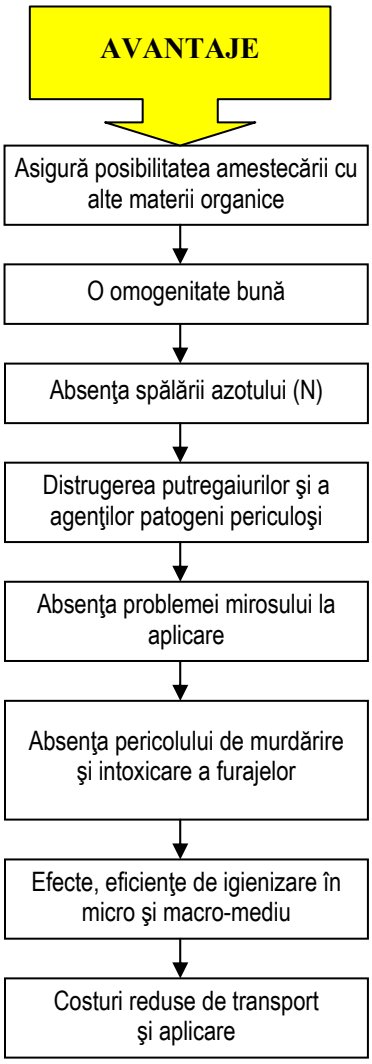


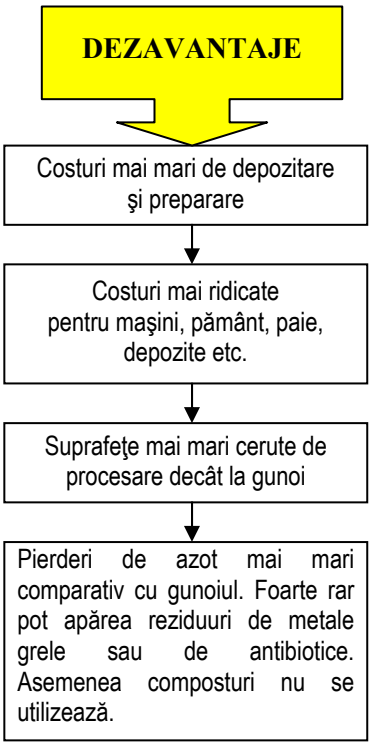
Figura 343. **Reducerea ouălor paraziţilor diverselor microorganisme în condiţiile creşterii temperaturilor într-un reactor de compostare cu reţinerea gazului. S-a lucrat cu gunoi de vită** (după Zbigniew, 1998)

11.3.1. Avantajele şi dezavantajele compostării

Revenind asupra dozelor de aplicare, repetăm că doza nu trebuie să depăşească necesarul culturilor sau al nivelurilor planificate. Repetăm, doza reiese din bilanț. Agricultura ecologică nu-şi permite completări cu nutrienți de sinteză. În această zonă sunt preferate gunoiul de grajd, mranița sau composturile, fiecare bine utilizate înainte de a fi aplicate. În stabilirea dozei finale de nutrienți, în funcție de proveniența îngrăşământului organic, se lucrează cu buletinele de analiză atât ale produselor, cât şi cele ale solului.



Avantajele oferite de compost îl plasează pe acesta în rândul materialelor de reconstrucţie a solurilor şi mai puţin de nutriţie. Disponibilitatea nutritivă a composturilor este mai mică decât a tipului de gunoi din care provin, dar prin procesări suplimentare pot primi şi îngloba în mod specific numeroase alte elemente nutritive, devenind produse individualizate. Cea mai mare utilizare a lor are loc în legumicultură, păşuni şi fâneţe şi pomi fructiferi în doze de până la 100 t/ha.



Dezavantajele compostului solicită în continuare aplicarea diferitelor tipuri de gunoiuri de grajd în stare proaspătă. Cu cât sunt mai fluide, cu atât disponibilitatea lor nutritivă este mai mare, cedând plantelor până la 90% din azot sub formă amoniacală încă din primul an. Câştigul de azot este mai mare la gunoi, dar şi pericolul de spălare şi poluare este mai mare. Mirosurile uneori puternice pot fi un motiv pentru inspectorii de mediu să strâmbe din nas. Gunoiul trebuie să garanteze lipsa paraziţilor. Se aplică în special pe mirişte sau primăvara direct pe cereale, cu rezultate foarte bune.

11.3.2. Gunoiul de grajd şi biogazul

În ţările dezvoltate şi în egală măsură civilizate, cu un înalt grad de creştere a animalelor, obţinerea composturilor se face în instalaţii speciale de fermentare cu câştigare simultană a gazului, care poate fi apoi utilizat ca energie în fermă, sau, aşa cum se întâmplă în Germania şi Austria, poate fi livrat în sistemele de distribuţie regionale sau naţionale.

Biogazul se obţine dintr-o mulţime de materiale organice, toate prezente în fermele integrate, şi constituie, în egală măsură, o modalitate de obţinere de materiale de nutriţie şi reconstrucţie ecologică a solurilor, de obţinere de energie dar şi de igienizare, de ecologizare a fermei, prin utilizarea în reactoare a oricăror materiale organice, care pot apărea în timpul unui an în fermă (tabelul 94).

Tabelul 94

Produse de cultură, reziduuri de fermă şi alte materiale ce pot fi utilizate pentru obţinerea de compost şi biogaz

Materialul	Biogaz m^3/to mp*	din care gaz metan %	materiale	Biogaz m^3/to mp*	din care gaz metan %
Siloz de porumb	202	52	tăiţei, sfeclă, zahăr	67	72
Siloz de ierburi	172	54	gunoi de porc	60	60
Secară - specială	163	52	gunoi de vită	45	60
Sfeclă furajeră	111	51	melasă cereale	40	61
Deşeuri alimentare	100	61	guelle – porci	28	65
Gunoi de pasăre	80	60	guelle – vită	25	60

* mp = masă proaspătă.

Dacă ţinem cont de tabelul 94, compostul poate fi un produs de fermentaţie în ferme obţinut prin procedee, de regulă aerobe, în care materia organică şi animală, sau amestecuri ale acestora cu deşeuri alimentare, sau fiecare luate în parte, pot oferi un produs natural, bogat în acizi huminici şi foarte apropiat de humusul natural. În reactoarele de fermentaţie ale marilor instalaţii de obţinere a biogazului pot fi obţinute cantităţi imense de compost conform ecuaţiilor următoare:

1 tonă deşeuri verzi = 1 m^3 compost

1 m^3 compost = cca 600 kg = cca 300 kg s.u.

1 m^3 compost conţine:

- 2 kg P_2O_5
- 5 kg azot total
- 10% pentru bilanţul azotului, adică disponibil în primul an ca element de nutriţie.

Pentru detalii în tabelul 95 se prezintă după GCP (2010) aspectul fizic al compostului, iar în figura 344 un detaliu al formei lui fizice.

Tabelul 95

Aspectul fizic al compostului

substanţa uscată (s.u.)	46% din materialul proaspăt
pH	7,5 - 8,5
raport C/N	1,5 - 2,0/1 (foarte bun)

Cercetările efectuate de către specialiştii GCP (2010) au arătat că efectele pozitive ale composturilor de la instalații sunt asemănătoare cu cele ale composturilor clasice, ele participând în egală măsură la ameliorarea însuşirilor solului din punct de vedere fizic.

Figura 344. **Forma fizică a compostului rezultat din instalaţia de biogaz (ASABE 2008)**

Tabelul 96

Compoziția nutrițională a compostului (GCP 2010)

Elemente fertilizante	Conţinut mediu în kg/to s.u.	Conţinut mediu în kg/m^3
Substanţă organică	348	104
Azot total (N_{total})	13	39
Fosfor P_2O_5	7	2,1
Potasiu K_2O	8,7	2,6
Magneziu	7,6	2,3
Calciu	7,4	2,2

Greutatea specifică a composturilor de instalaţie este de 500-800 kg/m^3 pentru materialul proaspăt, ceea ce înseamnă 230 - 370 kg/m^3 ca şi densitate a m.p. Compostul se remarcă prin:

- Structură
- Raport optim apă/aer
- Aport nutritiv pentru plante într-o măsură însă mai redusă decât oricare dintre gunoiurile de grajd utilizate.

Composturile posedă însă o capacitate de îmbunătăţire a activităţii sanitare, asupra tinerelor plante prin creşterea a ceea ce cercetarea a denumit S.A.R. (Systemic Acquired Rezistence, adică RSD = Rezistenţă Sistemică Dobândită). Există unele composturi speciale cum este Biovinul obţinut printr-un procedeu special de fermentare a boastei de vin, unde fenomenul R.S.D. este extrem de pregnant. Vom reveni asupra acestui compost. Pentru exemplificare se prezintă în figura 345 o schemă a producerii simultane de biogaz şi biocompost.

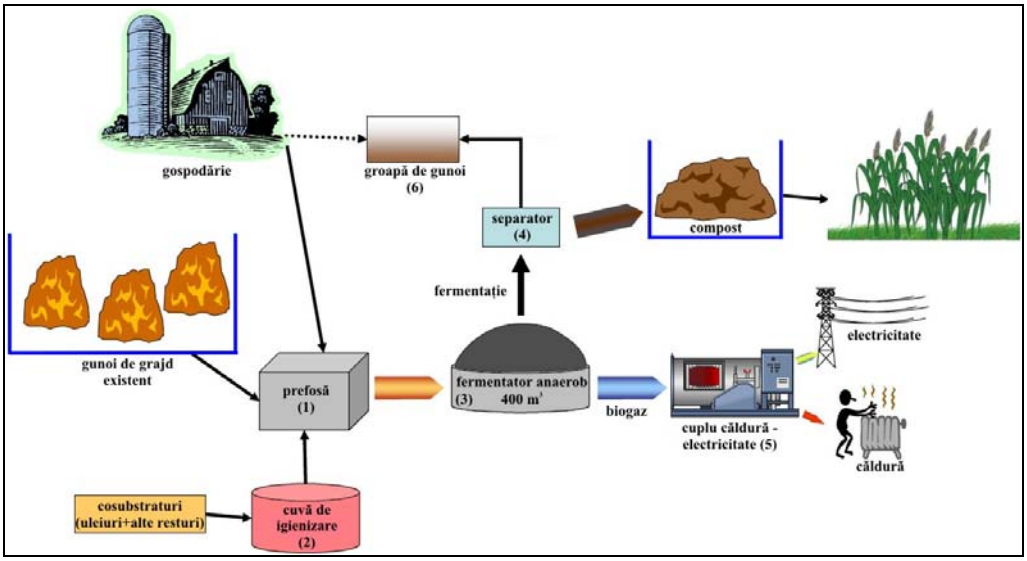


Figura 345. **Schema instalaţiei de obţinere a biogazului şi biocomposturile din materialele organice din fermă** (Daniel Brelaz, 2005: *Construction d'une installation de production de biogaz avec couplage chaleur-force sur le domaine des Saugealles.* Proiect municipal al oraşului Lausanne - traducere şi adaptare)

De la punctul de preluare (1), gunoiul animalelor, alte biomateriale reziduale, inclusiv resturi alimentare, sunt mărunţite şi uniformizate în malaxorul 2, de unde cu ajutorul unor pompe sunt împinse în fermentatoare.

Fermentatoarele lucrează parțial aerob în prezența diferitelor micoorganisme, parțial anaerob. Pentru creşterea performanței în fermentatoare la nevoie sunt injectate colecții de bacterii selectate care să mărească gradul de degradare şi metanizare al materialelor organice şi totodată să reducă cantitatea de hidrogen sulfurat. Rezultă un amestec de gaze format dominant din metan şi CO_2 care, cu ajutorul unui compresor sunt utilizabile în ardere cu formare de electricitate (6). Compostul este eliminat după una sau mai multe fermentări şi colectat în punctul (4) unde este ambalat sau trimis în vrac în zonele agricole de aplicare (figura 346).

Figura 346. **Compostul rezultat din fermentare în instalaţia de biogaz este analizat şi, dacă se încadrează în parametrii specificaţi este ambalat şi trimis în zonele de valorificare**

Dimensiunile fenomenului

Conform FNR (2008) gunoiul de vite şi alte animale crescute în număr foarte mare în gospodăriile şi fermele lumii ar putea livra curent electric şi căldură pentru milioane de oameni, îngrăşăminte organice pentru zeci şi sute de milioane de hectare, şi concomitent ar putea participa la protecția climei într-o măsură foarte semnificativă.

Cercetătorii americani recunosc că, în ciuda faptului că energia regenerativă care vine din grajd este puțin studiată, calculele lor arată că numai

în SUA s-ar putea obține pe această cale circa 100 miliarde kWh electricitate, ceea ce ar acoperi 3% din necesarul de electricitate al țării. În Europa cea mai mare țară producătoare de biogaz este Germania. La nivelul anului 2010 în această țară funcționau 6000 instalații care produceau circa 2300 MW curent electric. Majoritatea acestora funcționează prin metanizare anaerobă, iar biogazul conține alături de metan, dioxid de carbon (CO_2) și hidrogen (H_2). Calculele noastre arată că, dacă fiecare din cele 6000 instalații utilizează anual ca input circa 20.000 t material organic (inclusiv gunoi de grajd), atunci cantitatea totală de input este:

6000 x 20.000 t = 120 milioane tone

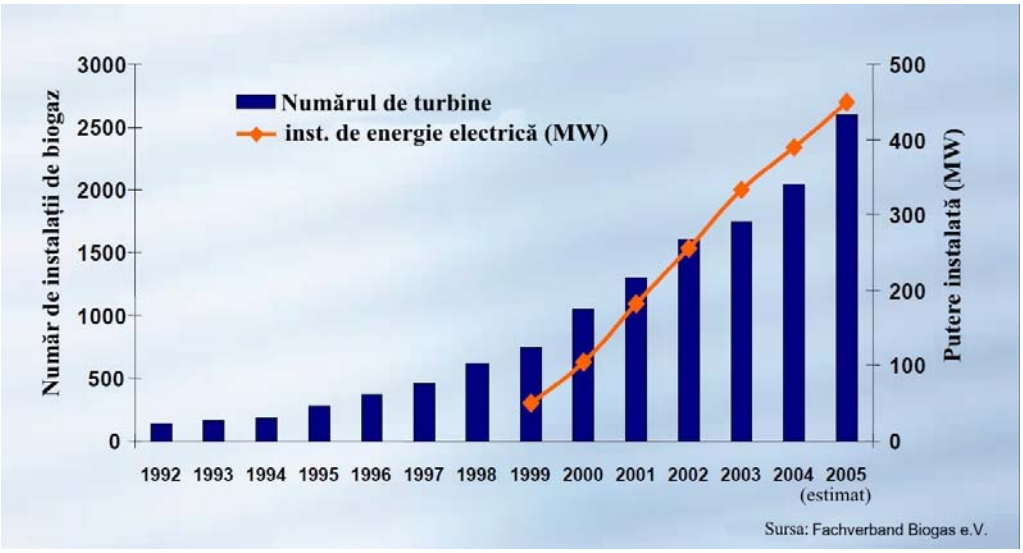


Figura 347. **Numărul de instalaţii de biogaz şi putere energetică instalată pornind de la aceasta în perioada 1992 - 2005 (Sursa:** Fachverband Biogaz e.V.). La nivelul anului 2010 numărul acestora e mai mult decât dublu.

Pe de altă parte, criticii acestei tehnologii constată că suplimentar pentru Biogaz la nivelul anului 2010 se cultivau 650.000 ha cu porumb siloz, ceea ce duce la creşterea preţurilor altor alimente şi la subvenţii enorme.[*] Pe lângă cantitatea de curent şi căldură prezentată în figura 347 rezultă şi o cantitate de compost de:

120.000.000 x 0,5 = 60.000.000 tone

[*] Landwirtshaft: Die Gelbe Plage. Der Spiegel, 13.12.2010, pag. 80.

Admițând că se aplică 25 t/ha compost (o cantitate mică pentru Germania) ar însemna îngrăşarea organică cu material compostat de foarte bună calitate a 2,4 milioane hectare anual. Operațiunea chiar se întâmplă în Germania. Numai azotul activ economisit este estimat la 500.000 tone, adică echivalentul a 1.500.000 t azotat de amoniu industrial şi periculos pentru o agricultură modernă în curs de ecologizare.

Asemenea calcule pot fi efectuate la nivel de fermă sau la nivel de comună. Un asemenea exemplu îl putem obține din landul german Baden-Würtemberg. Conform ministerului de specialitate al zonei producția de biogaz nu poate fi separată de cea de compost, iar amândouă conduc spre fenomenul de modernizare ecologică a agriculturii şi de reducere a emisiilor, respectiv de protecție a climei. În asemenea țări în care agricultura are respectul deplin al autorității, aceasta, în forma ei integrată, devine un fenomen social major, în care este asigurată nu numai siguranța alimentară ci şi o bună stare a aerului şi solului, convenabil unui confort natural pentru toată populația.

În evaluarea necesarului de biogaz al zonei, ministerul de resort pleacă de la numărul de animale după care, ținând cont de datele din tabelul 93 sau de altele asemănătoare calculate de ei în funcție de numărul de animale din zonă sau fermă şi de diversele specii, cantitatea de biogaz care se poate produce creşte linear (figura 348).

Din figură se observă că o fermă de 200 de vaci de lapte produce mai mult biogaz decât una care îngraşă 60.000 de pui sau 1400 de porci. În acelaşi material se arată că 2/3 din instalațiile de producere a biogazului în Germania folosesc ca substrat de fermentare guelle de vită, fiind utilizate în acelaşi timp ca şi cosubstrate, diferite alte reziduuri organice de diverse proveniențe, inclusiv reziduuri alimentare.

Alte 15 procente din cele 6000 instalații lucrează cu guelle de porc, iar restul cu guelle de pasăre. Cea mai mare parte din cantitatea de cosubstrat este dată de porumbul siloz şi alte ierburi. Mai sunt folosite frunzele de sfeclă, vrejii de cartofi, boasca de vin, borhoturi, resturi de grăsimi, resturi de legume şi orice alt material organic de prisos care, dacă n-ar fi folosit ar putea conduce la poluarea fermei sau a zonei comunale.

Condiția principală a unor produse de cofermentație de bună calitate constă în lipsa componentelor poluante, şi în special a metalelor grele. De asemenea, în instalația de fermentare este interzis să ajungă detergenți sau medicamente, acestea putând influența activitatea bacteriilor, a fermentației.

Este bine să menționăm că de cele mai multe ori substanțele organice care formează cosubstratul formează mai mult biogaz decât substanțele de bază (figura 349). Porumbul siloz este unul din cele mai scumpe şi utilizate cosubstrate.

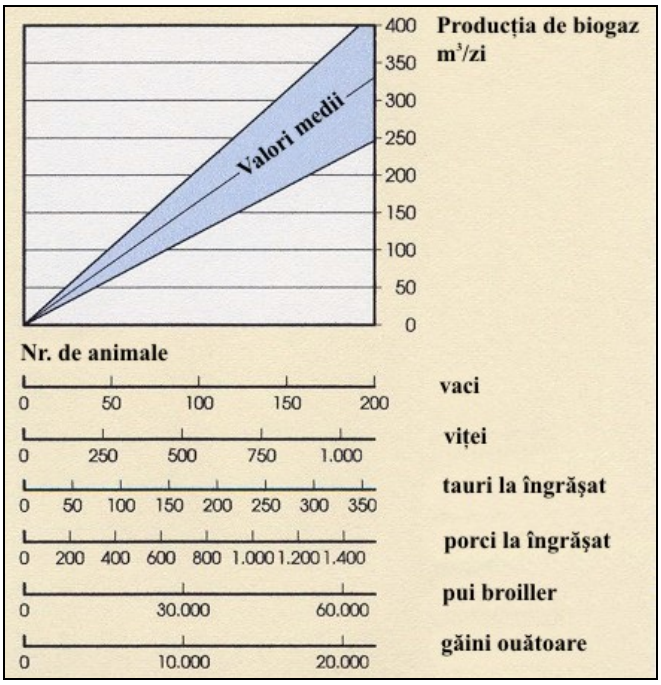


Figura 348. **Biogazul obţinut din întreţinerea animalelor** (**Sursa:** BBV – 2010)

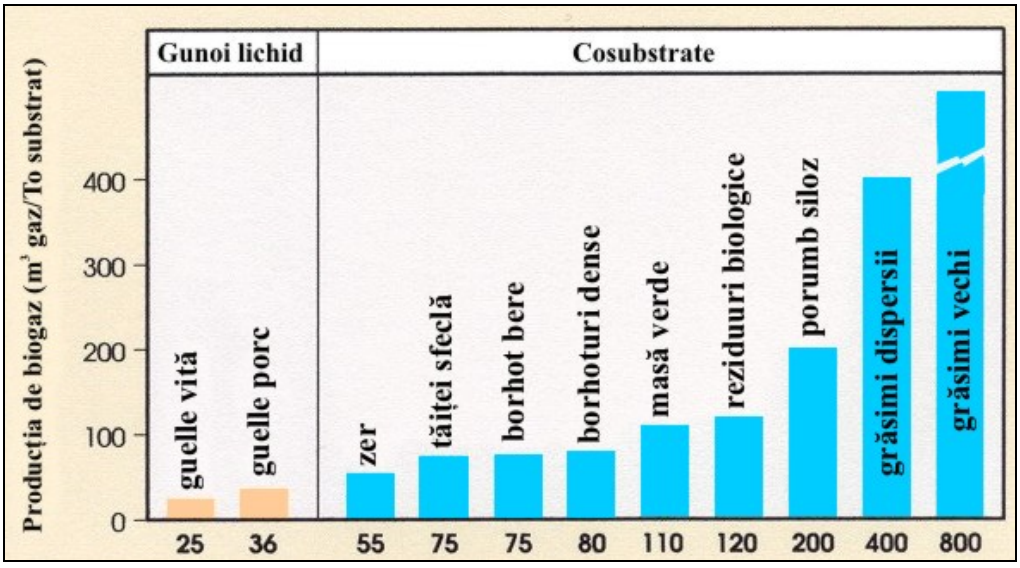


Figura 349. **Cantitatea de gaz obţinută dintr-o tonă de substrat şi cosubstrat (BBV – 2010) în instalaţiile de biogaz din Germania**

Există şi substrate mai bune decât porumbul siloz şi acestea sunt formate din grăsimi în diferite forme şi compoziţii. Cantitativ ele participă în procente mult mai reduse decât substratul de bază sau decât porumbul siloz.

Important este şi faptul că această integrare a elementelor poluante prin reciclare prin fermentare în natură se realizează cu obţinerea concomitentă de energie utilă ceea ce face întregul proces de reintegrare în ecosisteme a deşeurilor de orice natură, să fie mult mai accesibile ca şi costuri, deşi momentan întregul proces este încă, dar meritat, subvenţionat de către state. În schema din figura 350 este făcut un calcul privind avantajele procedeului care, în ciuda numărului imens de instalaţii, numai 2% din gunoi şi guelle este trecut prin instalaţiile de produs gaz şi compost, restul fiind aplicat ca atare pe câmp (proaspăt) ca şi îngrăşământ organic.

La nivelul întregii Germanii acest calcul ca potenţial actual conduce la obţinerea a 8,7 mld m^3 gaz, ceea ce ar acoperi 5,5% din necesarul de gaz al Germaniei. Oricum, curentul electric produs pe această cale satisface de 3,5 ori necesarul de energie electrică al tuturor agricultorilor germani. Din punct de vedere economic, compostul este cu 15% mai scump decât gunoiul, dar ţinând cont de avantajele arătate ulterior, creşterea preţului compensează din plin dezavantajele gunoiului, zonele care practică intensiv aplicarea sistemului fiind mult mai ecologizate, cu soluri stabile şi active şi cu o satisfacţie crescută, dată de un indice ecologic ridicat, pentru întreaga zonă.

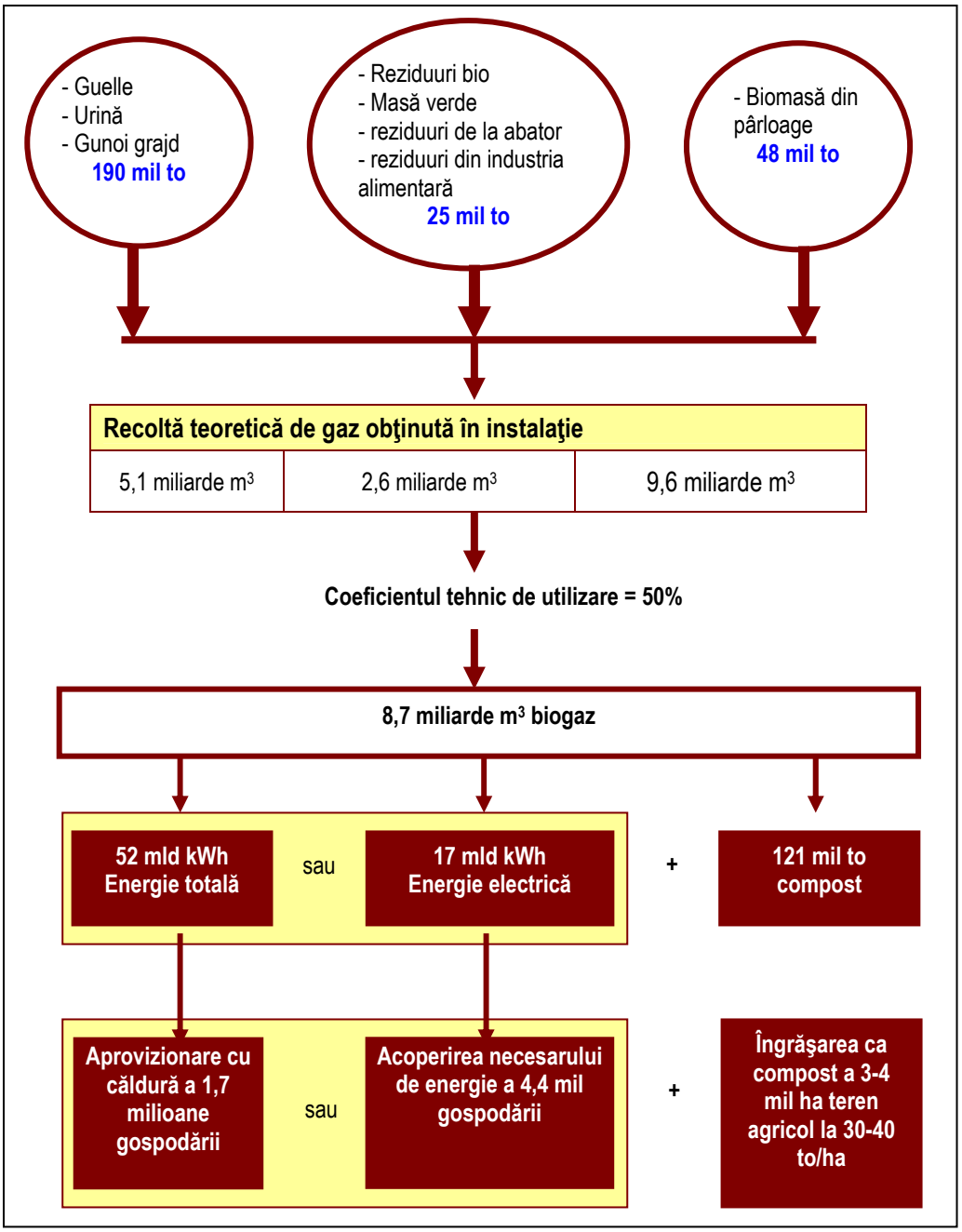


Figura 350. **Ce cantitate de energie se poate obţine la nivelul Germaniei intens populată cu animale în comparaţie cu alte ţări est-europene** (Nivel 2000) – după BBV

11.3.3. Efectul compostului asupra producţiei şi calităţii solului

11.3.3.1. Modelare pentru grâu

Majoritatea cercetărilor efectuate în această zonă a evaluărilor aplicărilor practice ale gunoiului de grajd arată diferenţe mari de la o experienţă la alta. Ne-am permis să explorăm literatura de specialitate şi să extragem din experienţele universităţilor şi ale staţiunilor experimentale date, din cel puţin 10 ani, cu o aşa-numită selecţie faţă de abaterile mari care să ne permită apoi să alcătuim modele ale efectului gunoiului de grajd în funcţie şi de utilizarea lui diferită şi de la o zonă la alta, dar şi de conţinutul de humus. Această corelaţie între gunoiul aplicat în condiţii diferite de aprovizionare cu humus este prezentată în figura 351.

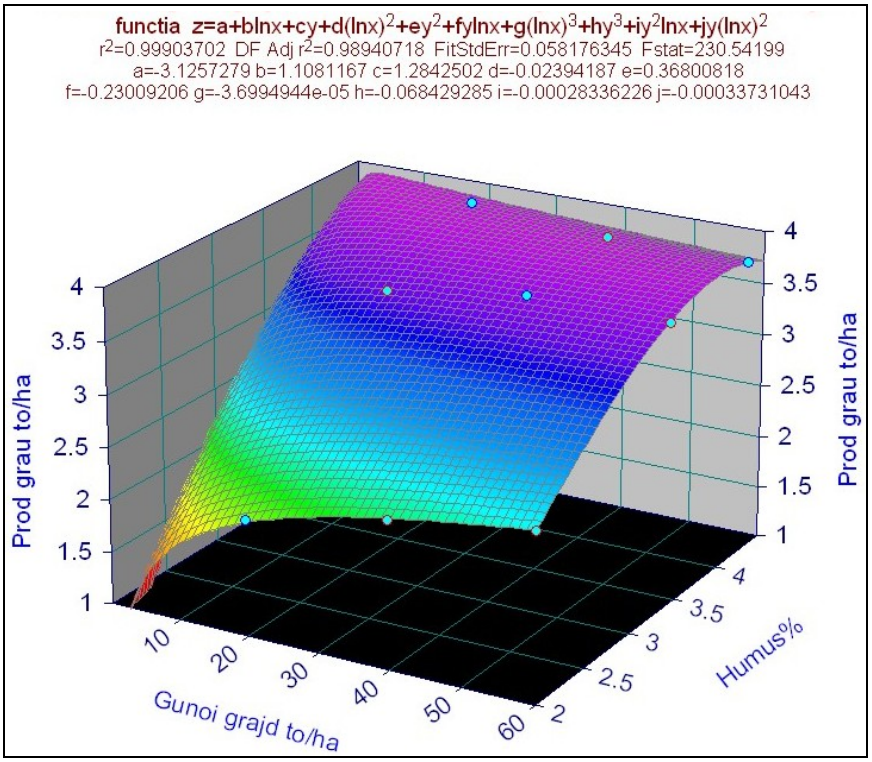


Figura 351. **Corelaţia între gunoiul de grajd, humus şi producţie la grâu** (**Sursa:** calcule autor)

La conținuturi reduse de humus în sol şi fără îngrăşăminte organice şi chimice producțiile de grâu rămân mici şi neimportante economic. La 20 t gunoi de grajd producțiile cresc cu circa 1 t/ha pe solurile slab aprovizionate în humus şi cu altă 1 t/ha pe soluri de până la 3-3,5% humus. Creşteri ale producției de grâu sunt realizate la fiecare din doze numai până la maximum 4%. La conținuturi mai ridicate de humus gunoiul de grajd nu-şi mai manifestă un efect nutrițional direct, efectele lui fiind mai degrabă vizibile asupra însuşirilor biochimice ale solurilor decât direct asupra producției. Este de presupus că la un conținut mare de humus în sol fenomenul de ardere a humusului rămâne încă prezent şi pe această cale, fenomenul de poluare cu CO_2 continuă. Pe de altă parte, este de gândit că gunoiul de grajd serveşte mai degrabă ca hrană pentru microorganismele solului şi pentru îmbunătățirea activităților biologice ale solului şi îmbunătățirea relațiilor dintre rădăcini şi sol.

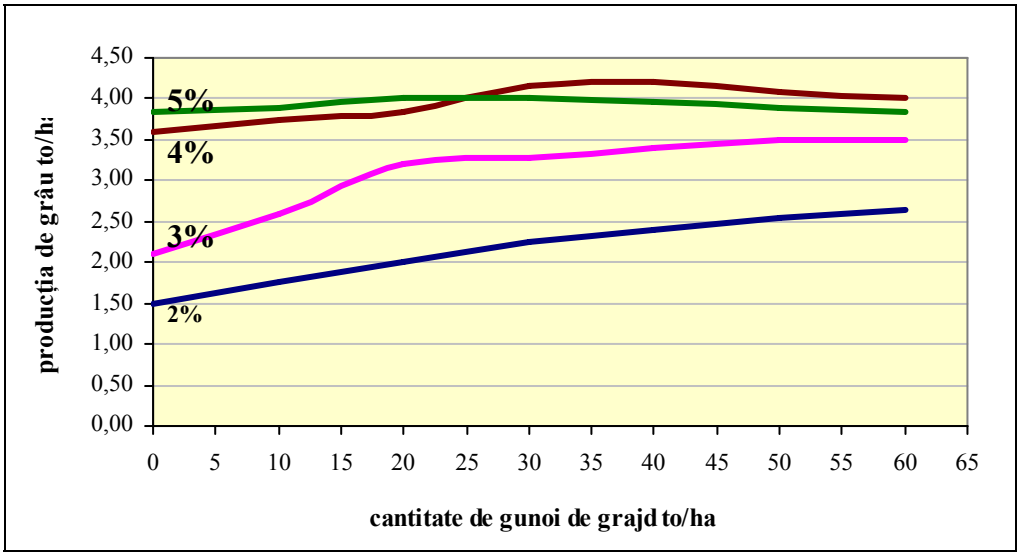


Figura 352. **Diagrama relaţiei dintre gunoi şi producţia de grâu în 2D pentru diferite conţinuturi de humus din sol. România 1996-2007, neirigat** (Viziune şi calcule după funcţia din figura 351)

Din figura 352 rezultă că gunoiul de grajd poate fi eficace în condiții de neirigare la grâu, până la doze de 30 t/ha, dar pe soluri organice bogate în humus 20 t/ha sunt suficiente pentru activarea solului. 20 t gunoi de grajd pot aduce în sol circa 400 kg N total din care însă numai 60-80 kg/ha pot fi utilizate în primul an ca azot amoniacal iar restul în anii următori. Cu ajutorul acestei cantități poate fi acoperit necesarul de 3,2 t boabe grâu cu 16% proteină. Pentru producții mai mari este necesar a se apela la bilanțul azotului

şi a calcula restul de necesar care se poate aplica în formă minerală (azotat de amoniu).

În condiţii de irigaţii efectul gunoiului de grajd este cu mult mai spectaculos şi poate ajunge şi până la 100 kg grâu/ha pe fiecare tonă de gunoi (constatări personale).

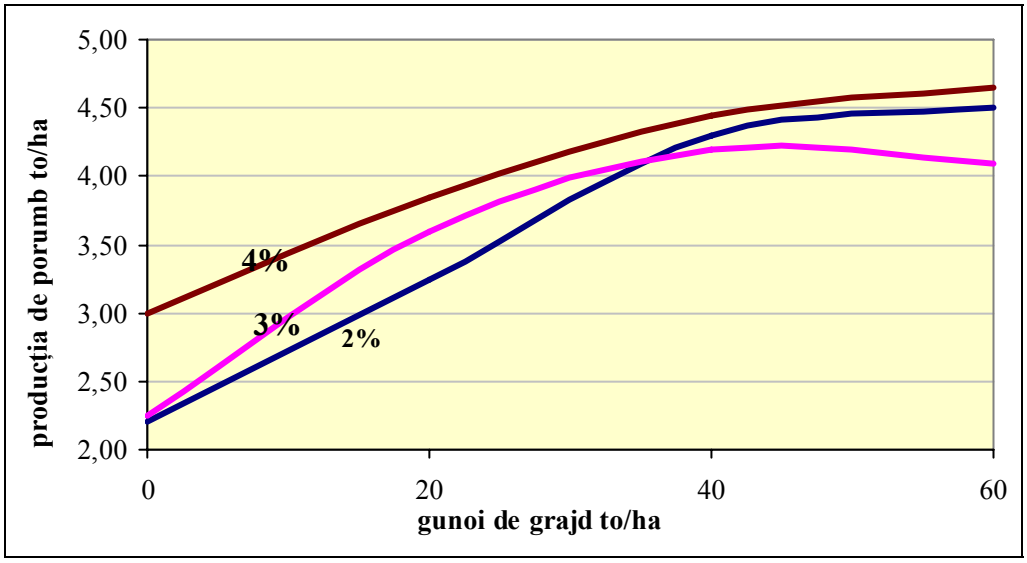


Figura 353. **Efectul gunoiului de grajd în raport cu humusul solului aplicat porumbului asupra producţiei de boabe în România şi sud-estul Europei** (Calcule personale)

11.3.3.2. Modelare pentru porumb

În asolamentele simple porumb/grâu dar şi în cele mai complexe în care intră câte patru plante, gunoiul de grajd este valorificat într-o măsură cu mult mai mare decât la grâu. Rezultate asemănătoare cu respectarea specificului zonei au fost obţinute în toată ţara. O sinteză este prezentată în figura 354, din care rezultă următoarele concluzii:

1. Indiferent de tipul de sol, cantitatea de gunoi de grajd nu trebuie să depăşească în medie 40 t/ha, în condiţii în care putem conta de un aport de azot de maximum 180 kg/ha în primul an, cu repartizarea efectului în următorii patru ani în cantităţi din ce în ce mai mici.

2. Cu cât conţinutul solului în humus este mai mare, cu atât este mai mic efectul, mai ales al dozelor mari de gunoi de grajd. Se va vedea însă într-un material viitor că azotul mineral va aduce întotdeauna un spor de producţie, deşi alterează integrarea gunoiului în ecosistemul solului.

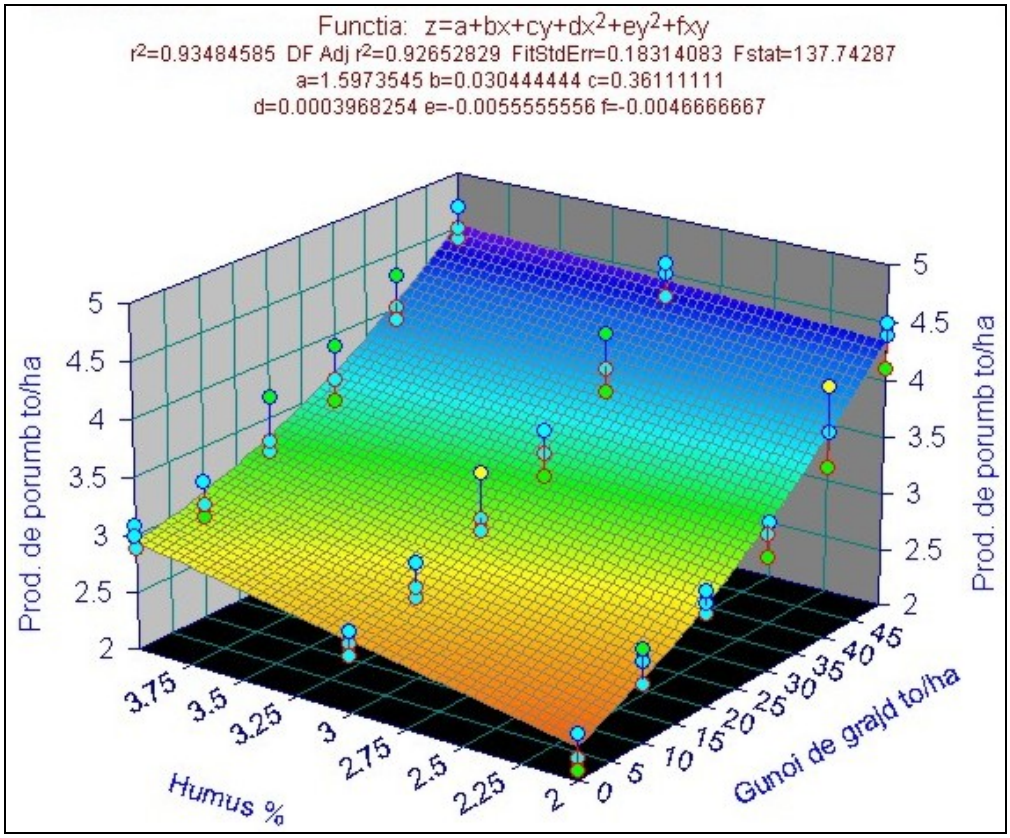


Figura 354. **Corelaţia gunoi × humus asupra producţiei de porumb neirigat, România**

3. Lipsa gunoiului de grajd în România conduce la realitatea că acesta se poate aplica numai pe suprafeţele reduse şi cu deosebire la culturile intensive (îndeosebi legume, viţă şi eventual pomi), se poate utiliza şi nomograma pentru calcularea producţiilor de porumb la diferite doze de azot şi niveluri de humus în România (figura 353).

Rapiţa are, cu siguranţă, un necesar de azot mai mare decât grâul şi porumbul, aşa cum s-a prezentat anterior (vezi capitolul 10). Fiind o cultură relativ nouă, nu există o practică deosebită privind aplicarea gunoiului de grajd la această cultură. Din practica internaţională a reieşit că rapiţa valorifică mai bine compostul decât gunoiul de grajd şi diferitele forme de guelle. În schimb, aşa cum se va vedea, rapiţa valorifică foarte bine azotul amoniacal din sol sau cel aplicat o dată cu îngrăşămintele minerale.

Tabelul 97

Pierderile de amoniac în funcție de momentul de încorporare a gunoiului în sol (după *Cele mai bune practici de management din Ontario*)

Estimarea pierderilor de amoniac (%)					
Zile de aplicare	**Media**	**Vreme rece, umedă (sub 10°C)**	**Vreme rece, uscată (sub 10°C)**	**Vreme caldă, umedă (peste 15°C)**	**Vreme caldă, uscată (peste 15°C)**
Injectat în sol în sezon	0	0	0	0	0
Încorporat într-o zi	25	10	15	25	50
Încorporat în 2 zile	30	13	19	31	57
Încorporat în 3 zile	35	15	22	38	65
Încorporat în 4 zile	40	17	26	44	73
Încorporat în 5 zile	45	20	30	50	80
NEÎNCORPORAT					
Primăvara/Vara/toamna timpuriu					
- Sol neacoperit	66	40	50	75	90
Reziduu de plante	50	30	35	60	70
- Cultură nerecoltată	33	20	25	40	50
Toamnă târzie (temperatura aerului sub 10°C)	25	25	25	N/A	N/A

Sursa: *Bune Practici Agricole.*

11.3.3.3. Modelare pentru rapiţă

Îngrăşămintele organice (bine fermentate – adică composturi) se aplică cu precădere în zona agriculturii ecologice în doze de 15-30 t/ha. Până la 20 t/ha ele pot aduce un spor de producție în anul de aplicare de 40-50 kg semințe/t pentru ca la 30 t/ha efectul nutrițional să descrească la 20-30 kg/t compost.

O producție de rapiță de 3500 kg/ha şi 6500 kg de paie (resturi) consumă într-un an următoarele elemente nutritive:

- 140 kg N
- 80 kg P_2O_5
- 140 kg K_2O
- 20 kg Mg
- 40 kg S

şi mici cantități de microelemente.

20 t compost asigură în primul an de aplicare maximum 20 kg N, restul până la 140 va trebui aplicat din îngrăşăminte (120 kg/ha). Acelaşi compost mai oferă în primul an 60 kg P_2O_5 şi circa 150 kg K_2O, ceea ce face ca bilanţul elementelor de bază să fie uşor de completat.

Conform CBL (2004), agricultorii din majoritatea landurilor Germaniei, cu agricultura integrată, aplică pe mirişte de grâu ca premergător pentru rapiță între 20 şi 40 t guelle de vită sau porc diluat, după care urmează încorporarea şi prelucrarea solului pentru semănat. În asemenea condiții nu se mai aplică în toamnă îngrăşăminte minerale. Îngrăşămintele organice aplicate premergătoarei, de regulă grâu, fac ineficientă reaplicarea acesteia culturii rapiței, pentru că în al doilea an rapița beneficiază încă de 15% azot şi alte elemente nutritive de la prima aplicare.

Aplicarea gunoiului, guelle sau compost se face conform normelor prezentate anterior cu încorporarea urgentă a materialului, pentru a nu avea pierderi de substanțe active şi poluări. Gunoiul de grajd şi composturile nu se aplică pe soluri prea umede, în apropierea apelor de suprafață şi nici pe solurile cu apă freatică la suprafață.

11.4. ÎNGRĂŞAREA CU ÎNGRĂŞĂMINTE VERZI

S-a arătat deja într-un capitol anterior rolul îngrăşămintelor verzi în dezvoltarea unei noi agriculturi bazată preponderent pe modelele naturale de nutriție.

În capitolul intitulat „Culturi intermediare şi amelioratoare" s-a prezentat în detaliu majoritatea culturilor care se pretează cel mai bine la acest sistem. Subliniem că acest sistem, pe lângă efectul nutritiv pe care îl poate aduce culturilor postmergătoare, şi care conform determinărilor organice este de acelaşi nivel ca cel al celorlalte îngrăşăminte organice, ceea ce denumim aici îngrăşăminte verzi, aduc numeroase date, abilități de îmbunătățire a stării fizice şi biologice a solului, constituind un ansamblu eco-nutrițional şi conservator complet (figura 355).

Dacă din acest context ne propunem să detaşăm o definiție, atunci am putea spune că „Îngrăşămintele verzi reprezintă culturi obişnuite sau speciale, cultivate în mod explicit, de regulă între două culturi alimentare sau industriale în scopul utilizării lor ca nutrienți şi amelioratori ai solului. Din partea Uniunii Europene practicarea sistemului de agricultură cu îngrăşăminte verzi a devenit o obligație a fermierilor, răsplătită cu sporuri de premii pe suprafețele cultivate.

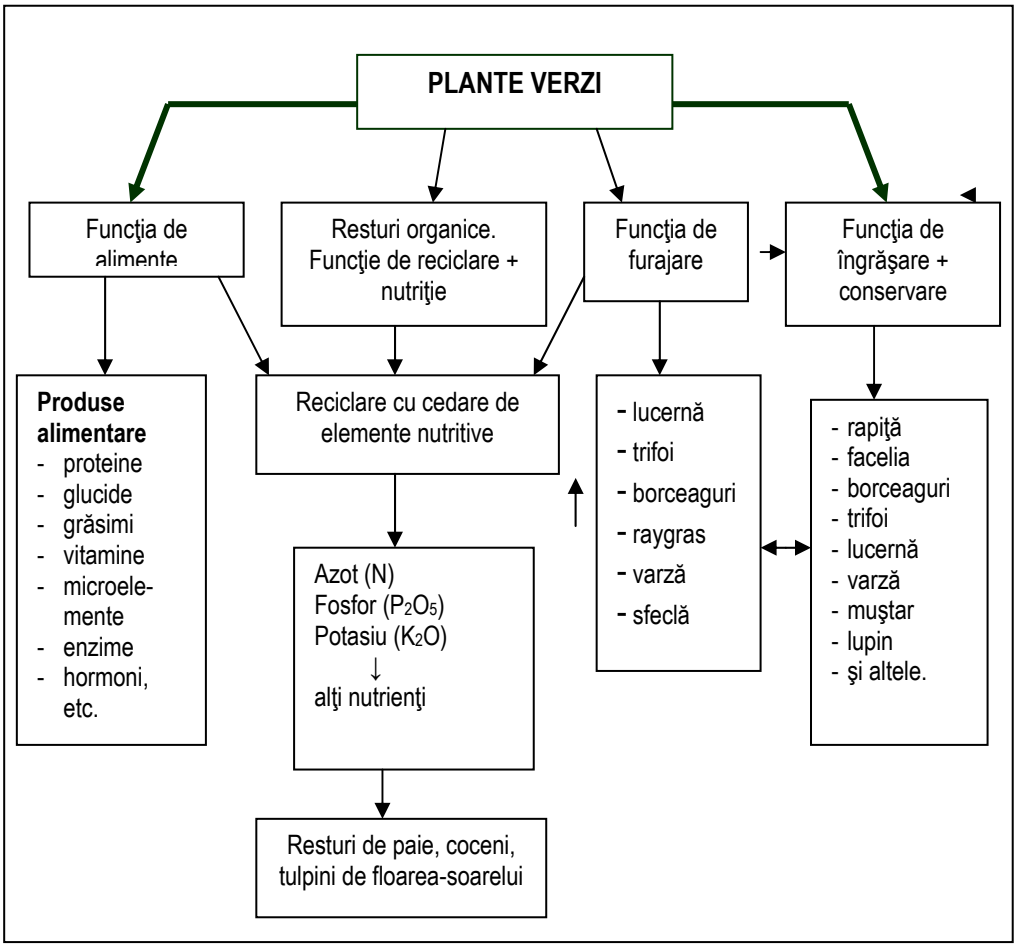


Figura 355. **Model sistemic de utilizare a plantelor verzi** (original). Menţionăm că oricare dintre ele pot fi folosite atât ca îngrăşăminte verzi, cât şi ca alimente sau furaje. În toate cazurile resturile constituie îngrăşăminte organice.

Funcţiile îngrăşămintelor verzi sunt următoarele:

- Protecţia solului contra eroziunii. Un sol permanent verde evită contactul între energia cinetică a ploilor şi sol
  - se conservă structura sau/şi se reface,
  - se evită compactarea şi formarea crustei.
- Protejează solul contra înmulţirii şi diseminării buruienilor datorită faptului că lumina nu ajunge la nivelul solului.
- Limitează pierderile de azot şi se previne în felul acesta poluarea.

- Se acumulează azot, mai ales în cazul plantelor leguminoase, şi se limitează folosirea azotului de sinteză minerală.
- Se îmbunătăţeşte activitatea biologică a solului, se readuce în sol o cantitate mai mare de CO_2 din atmosferă, se îmbunătățesc procesele de humificare.
- Se acumulează mai multă apă în sol sau în materie organică.
- Funcția de nutrient. În funcție de tipul de cultură, plantele postmergătoare primesc prin degradare între 5-30 kg N/ha.
- Pot fi folosite şi ca mulch care prin descompunere devine un compost real şi eficace.

Ca şi îngrăşămintele organice pornind de la grajduri, sau poate chiar mai mult decât ele, îngrăşămintele verzi reprezintă adevărate complexe de îmbunătăţiri a indicatorilor biologici şi ecologici ai solului, constanța nutrițională manifestându-se pe termen lung. Îngrăşămintele verzi formează complexe integrate cu sistemul de culturi agricole, cu asolamentele şi tehnologiile, toate urmărind acelaşi scop - starea de normalitate naturală a solului şi a întregului sistem pornind de la modelele naturale care respectă legile ecologice şi care obligă societatea umană să le respecte şi ea.

O schemă scurtă şi cvasiempirică a efectului îngrăşămintelor verzi poate fi:

– efect nutrițional

– multiefecte asupra solului şi ecosistemului.

11.4.1. Efecte nutriționale

Într-un grup de cercetări efectuate în Pakistan, Sarwar şi colab. (2008) au efectuat prin comparație experiențe duble (în oglindă) cu orez şi grâu folosind:

- compost preparat din diferite plante cu 48,15% M.O. şi raportul C/N= 13,33;
- gunoi de fermă cu 40,36% M.O. şi raportul C/N= 13,04;
- îngrăşământ verde Sesbonia cu 46,87% M.O. şi raportul C/N= 14,33.

Atât cantitatea de îngrăşăminte verde, cât şi cea de gunoi şi compost au fost de 12 t/ha. S-au mai folosit compost 24 t/ha şi îngrăşăminte verde + fertilizatori chimici, doză normal recomandată.

Martorii cu care s-au comparat efectele de îngrăşare organică au fost:

- pentru orez NPK = 100-70-70 kg/ha
- pentru grâu NPK = 140-110-70 kg/ha

neîngrăşat pentru ambele culturi.

Rezultatele de producţie sunt prezentate pentru orez în tabelul 98, iar pentru grâu în tabelul 99, fireşte într-o formă prelucrată de noi, adică adaptată modelului nostru de înţelegere.

Tabelul 98

Efectul îngrăşămintelor organice şi verzi combinate cu cele minerale la cultura orezului în Pakistan (după Sarwar G. şi colab, 2008)

Nr. crt.	Tratament	MMB (Masa 100 boabe)	Total biomasă t/ha^{-1}	Producţia de orez nedecorticat			
				t/ha^{-1}	*Diferenţa t/ha*	*%*	*Semnificaţia statistică*
1	Martor netratat	20,3 c	12,54	2,41	mt	100	mt
2	Fertilizare chimică recomandată	21,5 b	13,79	2,75	+ 0,34	114,1	x
3	Sesbonia verde 12 t/ha	21,0 b	16,59	2,86	+ 0,45	118,6	x
4	FYM 12 t/ha	21,3 b	16,77	2,93	+ 0,52	121,5	x
5	Compost 12 t/ha	22,7 a	14,28	2,82	+ 0,41	117,0	x
6	Compost 24 t/ha	22,3 a	14,92	3,09	+ 0,68	xx	
7	Sesbonia îngrăşământ verde 12 t/ha + V_2	20,6 c	18,71	3,06	+ 0,65	126,9	xx
8	FYM 12 t/ha + V_2	20,5	19,91	3,36	+ 0,95	139,4	xxx
9	Compost 12 t/ha + V_2	22,2 a	16,37	3,52	+ 1,11	146,0	xxx
10	Compost 24 t/ha + V_2	21,7 b	17,97	3,94	1,53	163,5	xxx

La orez cercetările arată că îngrăşămintele organice de diferite proveniențe (gunoi + diverse composturi) obțin producții uşor superioare dar nesemnificative îngrăşării chimice standard, lucru greu de obținut pe solurile din Europa. Sesbania (figura 356) utilizată ca îngrăşământ verde are acelaşi efect nutritiv ca şi dozele similare ale diferitelor composturi. Dublarea dozei de compost dublează şi sporul de producție, iar aplicarea şi a variantei standard de îngrăşăminte chimice triplează sporul şi în ultimul caz avem de a face cu un efect sinergic foarte semnificativ.

De reținut din acest tabel este faptul că, nutrițional, îngrăşământul verde de Sesbonia înlocuieşte o cantitate de îngrăşăminte chimice la orez de: 100 kg N + 70 kg P_2O_5 + 70 kg K_2O, ceea ce este fantastic.

La grâu (tabelul 99) efectul tuturor îngrăşămintelor se regăseşte în sporuri mult mai mari. Gunoiul de grajd (FYM) şi îngrăşământul verde se situează la acelaşi nivel cu îngrăşarea chimică (N_{140} P_{110} K_{70}), ceea ce exprimă o forță de nutriție impresionantă. Composturile sunt mult mai bine valorificate

la grâu, iar combinațiile lor cu varianta minerală dublează şi triplează producția de grâu.

Concluzia acestor experiențe este că îngrăşământul verde nu este deloc inferior celorlalte organice, nici măcar ca nutrient şi cu atât mai puțin ca ameliorator al solului şi ecosistemului.

Tabelul 99

Eficiența diferitelor îngrăşăminte verzi şi organice simple şi combinate cu îngrăşăminte chimice la cultura grâului în Pakistan

(Prelucrare după Sarwar şi colab., 2008)

Nr. crt.	Tratament/variante	MMB	Total biomasă t/ha^{-1}	Producția de grâu			
				t/ha^{-1}	*Dif. t/ha*	*%*	*Semnificația statistică*
1	Martor netratat	31,5 d	7,42 f	2,56	mt	100,0	mt
2	Fertilizator chimic recomandat	39,3 b	10,54 d	3,50	+ 0,94	136,7	x
3	Sesbonia îngrăşământ verde 12 t/ha^{-1}	39,5 a	9,66 c	3,50	+ 0,94	136m7	x
4	FYM 12 t/ha^{-1} (gunoi fermentat)	40,1 a	9,54 c	3,83	+ 1,24	149,6	x
5	Compost	40,5 a	11,33 c	4,27	+ 1,71	166,7	xx
6	Compost	42,2 a	12,63 b	4,59	+ 2,03	179,3	xx
7	Sesbonia îngrăşământ verde 12 to + V_2	35,5 c	10,09 cd	4,42	+ 1,86	172,6	xx
8	FYM 12 t/ha + V_2	37,4 b	12,23 b	4,38	+ 1,82	171,1	xx
9	Compost 12 t/ha + V_2	39,8 a	14,42 ab	5,08	+ 2,52	198,4	xxx
10	Compost 24 t/ha + V_2	41,6 a	15,57 a	5,73	+ 3,17	223,8	xxx

În zona României, foarte cunoscute sunt îngrăşămintele verzi cu gramineae sau leguminoase care cresc repede. Practica agricolă recomandă borceagurile (amestec de Vicia – figura 357, cu ovăz – figura 358). Cultura îngrăşământ se înființează fie primăvara devreme cu un amestec de 120 kg măzăriche + 60 kg ovăz, fie se înființează după recoltarea culturilor timpurii, cum ar fi rapița sau orzul, uneori grâul.

Dacă cultura se înființează în primăvară, se recoltează într-un an cu precipitații normale din zona de sud sau centru a României 30-50 t/ha masă verde sau 5-10 t/ha masă uscată, care vor aduce în sol 35-70 kg N, 20-40 kg P_2O_5 şi 18-36 kg K_2O, alături de o serie întreagă de enzime şi hormoni.

Figura 356. **Cultură de *Sesbania punicea* folosită ca îngrăşământ verde în Pakistan, China, India, dar şi în SUA** (după Sarwar)

Figura 357. **Cultură de măzăriche, utilizată ca îngrăşământ verde, după premergătoare timpurii** (original)

Îngrăşământul verde poate fi utilizat în trei variante:

1. Se recoltează verde, se toacă mărunt pe suprafață şi apoi se încorporează la adâncimi de 5-15 cm.

2. Borceagul se coseşte şi se lasă să se usuce pe suprafața după care se toacă şi se încorporează, de asemenea, în sol la aceeaşi adâncime. Pe perioada cât a rămas la suprafața solului acesta a jucat şi un rol de mulci cu toate avantajele acestuia asupra conservării solului, mai ales pe terenurile în pantă.

3. Borceagul se coseşte şi se lasă ca mulci permanent. În majoritatea țărilor din vest, el se taie cu o maşină tocător şi se împrăştie pe suprafață. El rămâne ca atare până se compostează şi se integrează în sol.

Figura 358. **Cultura de ovăz, utilizată ca îngrăşământ verde în numeroase plantaţii sau soluri nisipoase** (original)

Această ultimă variantă se execută deja pe solurile ecologizate şi se pretează cel mai bine sistemului minim de lucrări. Borceagurile pot fi lăsate ca mulciuri şi nerecoltate, în care caz cultura următoare se seamănă direct în mulciul viu.

Borceagul se poate semăna şi toamna, o dată cu cerealele de toamnă, folosind un amestec cu gramineae. Acest borceag se recoltează primăvara în luna mai-iunie, dă producții foarte mari de îngrăşământ verde. După el, într-un sistem de cultivare continuă „cover crops" pot fi înființate culturi legumicole, cartof de toamnă, porumb şi floarea-soarelui, hibrizi timpurii etc.

În sistemele speciale de ameliorare a soiurilor nisipoase sau puternic erodate, plantele din sistemul „cover crops" pot fi cultivate permanent şi mai mulţi ani pe aceeaşi suprafaţă, într-o relaţie echilibrată în care borceagurile să alterneze cu crucifere şi alte leguminoase. Acest sistem aduce în sol o cantitate imensă de CO_2, contribuind pe de o parte la reducerea dioxidului de carbon din atmosferă, iar pe de altă parte la rehumificarea solurilor şi la creşterea indicelui de ecologizare (I_E).

Menţinerea permanent verde a solurilor este regula cea mai importantă a renaturalizării noii agriculturi şi revenirii spre starea naturală a solurilor şi ecosistemelor, inclusiv prin folosirea culturilor agricole. Reintegrarea agriculturii în legile naturale este singura şansă a relansării durabilităţii sistemelor ecologice şi de nutriţie.

Lista plantelor care pot alcătui sisteme de îngrăşăminte verzi este mare şi a fost prezentată într-un capitol anterior.

Foarte important este de reţinut însă faptul că succesul obţinerii unei agriculturi noi este cu siguranţă mai mare şi eforturi mai încununate de succes în acele sisteme de agricultură integrată în care reciclarea deşeurilor animale şi utilizarea îngrăşămintelor verzi poate conduce aproape integral la înlocuirea îngrăşămintelor de sinteză şi reconversia a tot ce este disponibil în fermă în energie utilă, biologic şi ecologic a solului, autofertilizare şi autorehumificare a solului, revenirea la modelele naturale de producere a hranei cea mai sigură pentru viaţa pământului.

11.4.2. Pe scurt despre cover crop sau pământul veşnic verde

Deşi Europa a preluat cu intensitate acest sistem, el a fost elaborat în America şi tot acolo a fost perfecţionat. S-a extins apoi în ţările vorbitoare de limba engleză (Australia, Noua Zeelandă, Anglia) şi de abia în ultimii 25 de ani a fost introdus şi în Europa. Deşi este cel mai modern sistem de menţinere şi creştere durabilă a stării de fertilitate a solului, în România el nu este utilizat nici azi din cele mai diferite metode şi explicaţii, greu de acceptat pentru o agricultură mare în suprafaţă ca a României, dar mică din punct de vedere al performanţei.

În figura 359 se prezintă o schemă a avantajelor şi dezavantajelor sistemului „pământ permanent înverzit". Am delimitat în acest model şapte puncte de interes faţă de sistemul în sine, şi anume:

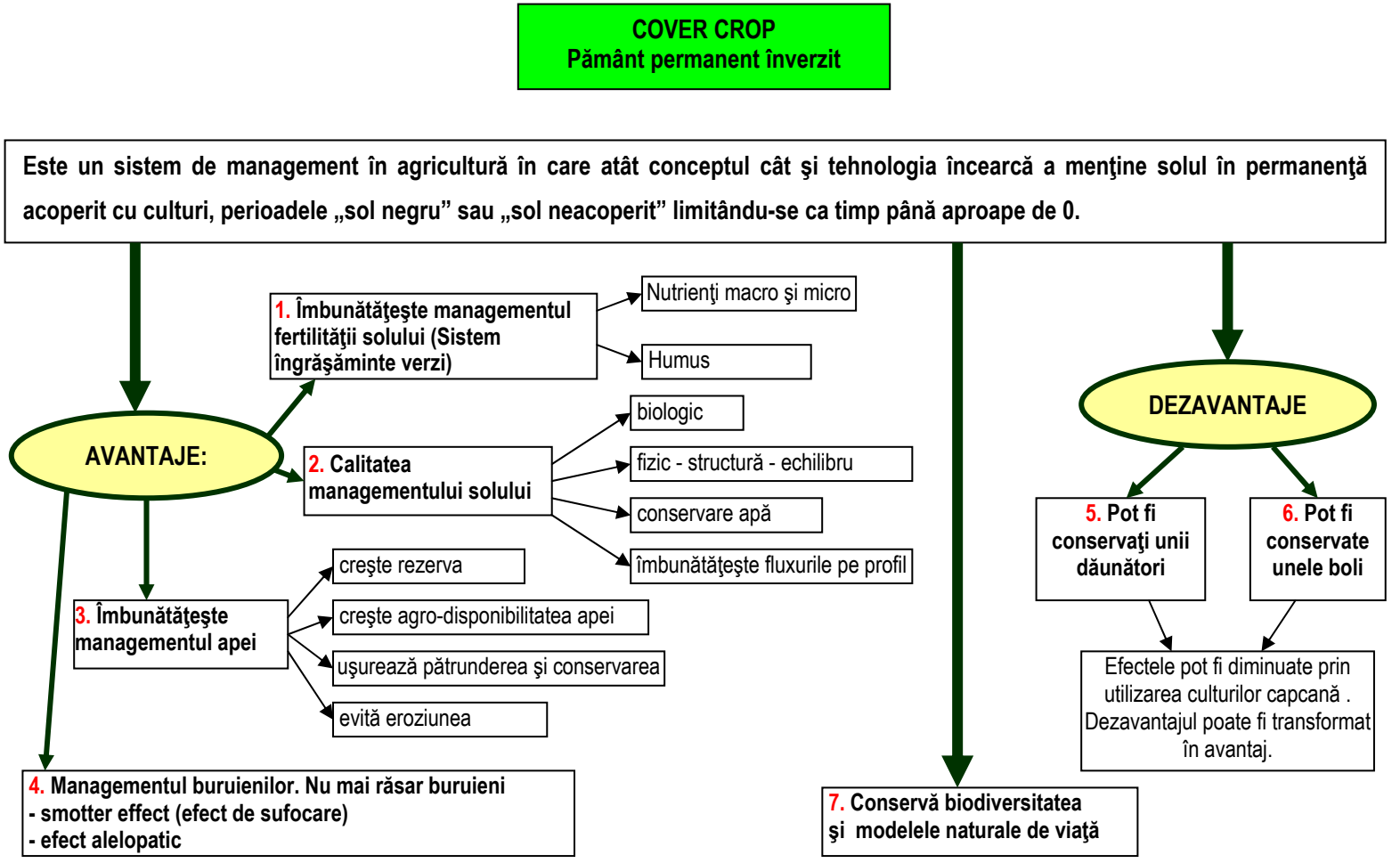


Figura 359. **Avantajele şi dezavantajele sistemului Cover-crop** (original)

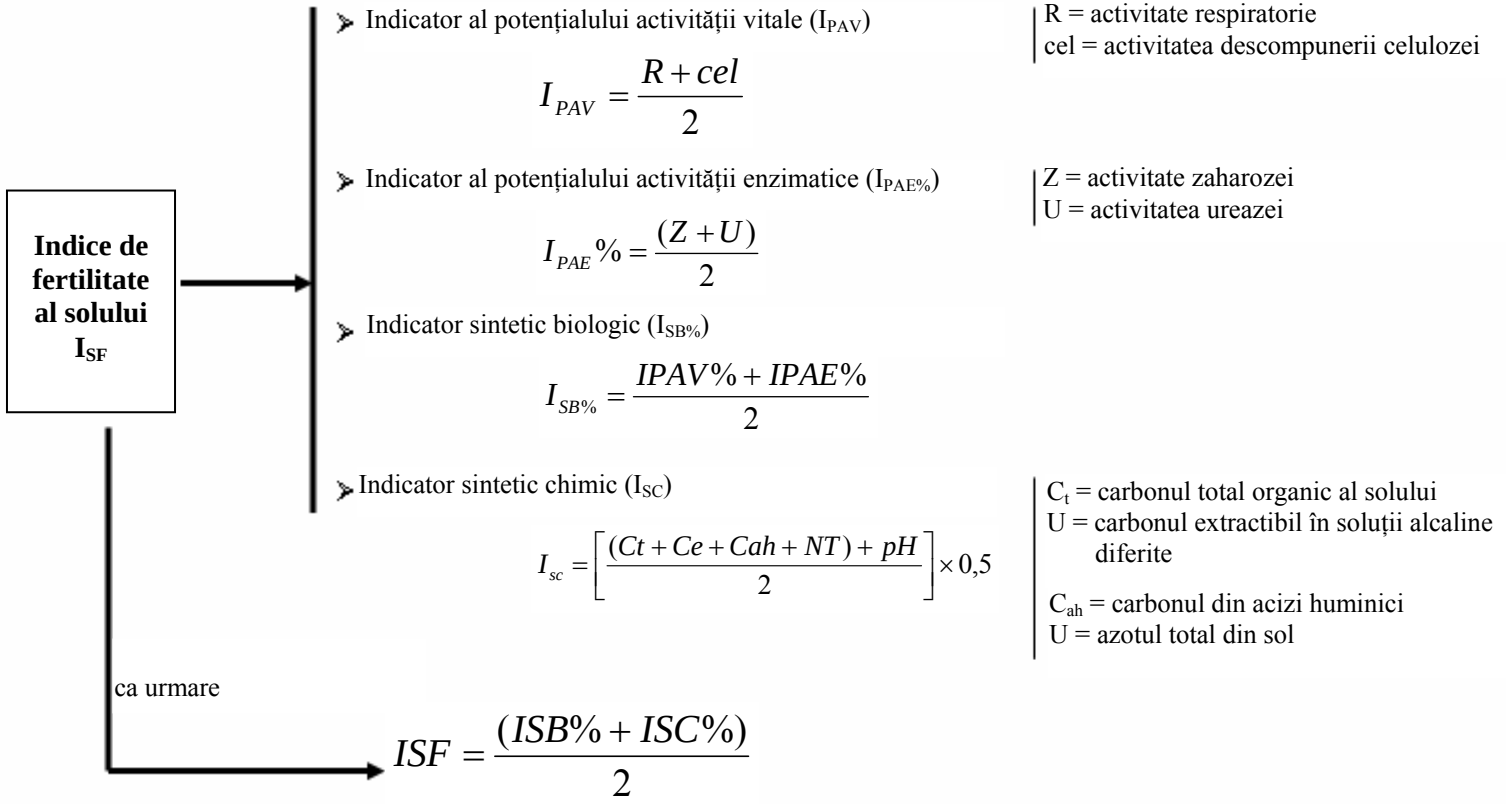


Figura 360. Formarea indicatorului sintetic de fertilitate a solului (prelucrare după Ghinea, Ştefanie şi colab., 2007)

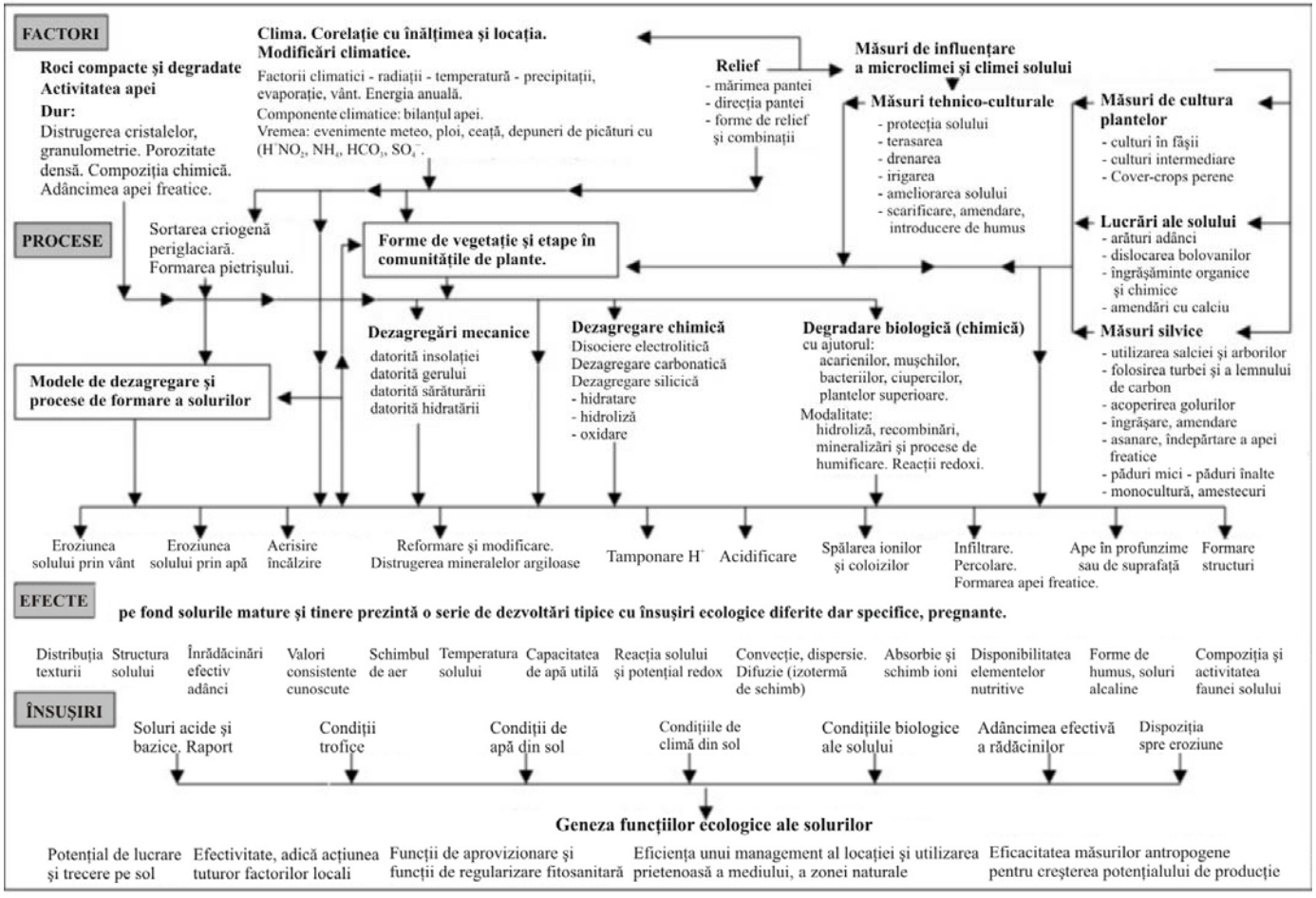


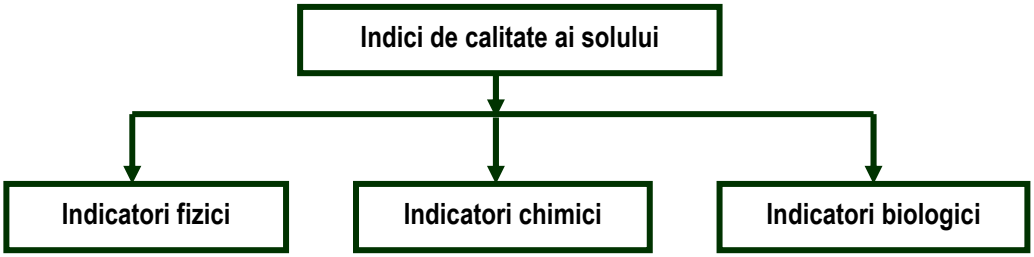
Figura 361. **Geneza funcţiilor ecologice ale solului** (după Studeman, citat de Wikipedia)

1. Îmbunătăţeşte starea de fertilitate a solului şi măreşte capacitatea de a realiza producţii şi este caracterizat de acea mişcare energetică dinamică a solului care concură la crearea fluxurilor favorabile obţinerii recoltei şi a calităţii. Indicele de fertilitate este format din mai mulţi indicatori (vezi caseta 360) dintre care foarte importanţi sunt cei ai potenţialului de respiraţie a solului, a activităţilor enzimatice, toate incluse în indicatorul sintetic chimic (I_{SC}), acestea două din urmă stând la baza I_{SF}, adică a indicelului sintetic de fertilitate a solului.

Observaţiile noastre, ca şi ale altor autori arată că fertilitatea solului deşi este foarte bine redată de indicatorul din figura 360, el este în realitate cu mult mai complex. Conform lui Studemann (Wikipedia în limba germană), fertilitatea stă în geneza şi în funcţiile ecologice ale solului (vezi şi figura 361).

Revenind la figura 359, îngrăşămintele verzi sub formă de Cover Crop îmbunătăţesc toate funcţiile ecologice şi biologice ale solului şi de aici şi marea sa importanţă. Pe această cale se revine la recrearea funcţiilor ecologice, singurele care readuc echilibrele nutriţionale şi durabilitatea recoltelor.

2. Managementul calităţii solului se sprijină pe îmbunătăţirea indicatorilor lui Stefanine (2007) care, la nivelul cunoştinţelor medii se pot simplifica astfel:



Simplificarea managementului solului este binevenită, dar chiar şi în aceste condiţii la nivelul practicii, indicatorii biologici sunt puţin cunoscuţi, chiar dacă ei influenţează decisiv pe primii doi. Pentru agricultorul neobişnuit cu determinările de laborator, este bine să-i comunicăm simplu că în solul lui ar fi necesar să aibă cel puţin un număr de 60 râme/m^2. Pentru a putea renunţa la lucrări complicate şi scumpe asupra solului, el trebuie să ştie că sistemul Cover Crop asigură acest parametru, acest indicator important, cu care se corelează foarte strâns toţi ceilalţi parametri biologici ai solului.

Spre exemplu, într-un sistem format din gramineae perene în alternanţă cu leguminoase pe pajişti sau păşuni au putut fi numărate până la 120 râme pe m^2, cât şi o cantitate de bioamsă activă în sol de aproape 30 t/ha. Dimpotrivă, într-un no cover sistem din platoul Alexandriei s-a găsit o râmă la 2 m^2 de sol şi o cantitate de numai 2,6 t biomasă activă în solul respectiv (determinări personale ale autorului în curs de finalizare).

Adunarea şi manifestarea indicilor de calitate ai solului într-o constelaţie optimă cât mai apropiată însuşirilor naturale ale solului conduc atât la îmbunătăţirea managementului apei cât şi a controlului buruienilor. Sistemul cover crop, prin îmbunătăţirea structurii solului şi a optimizării spaţiale a raportului apă/aer, realizează creşterea rezervei de apă în sol, dar mai ales a agrodisponibilităţii ei pentru plante.

Într-un sistem în permanenţă acoperit cu plante, necesar fie hranei, fie solului, pământului, plante bine alese şi aranjate în asolamente şi rotaţii, buruienile sunt pur şi simplu distruse datorită efectului de sufocare (Smotter-effect) sau a unor efecte alelopatice (4) despre care vom vorbi în detaliu într-un capitol următor.

Fireşte că acest sistem cover-crop poate avea şi dezavantaje, mai ales dacă este prost condus, adică dispune de un management ineficace. Cele două dezavantaje -conservarea unor dăunători (5) şi a unor boli (6) pot fi transformate în veritabile avantaje printr-o corectă alegere a culturilor care formează sistemul. În acest sens, folosirea unor culturi capcană pot atrage unii dăunători periculoşi ai unor culturi (de ex. gândacul din Colorado) care apoi, prin folosirea unor cantităţi mici de pesticide, se ajunge la combaterea unei cantităţi mari de dăunători. Acelaşi lucru îl putem spune despre folosirea unor crucifere în sistemul cover-crop, care prin emanaţia în sol a unor substanţe biochimice specifice inhibă dezvoltarea unor dăunători. Spre exemplu, prin comparaţie cu Babala (*Pennisetum glaucum*) numărul de nematozi în rădăcinile de *Brasica sp*. pentru specia *Protylenchus* a fost redus în rădăcinile plantelor de la 9025 la 0 iar pentru specia Meloidogyne de la 11669 la 0 (după Berry S. şi Rhoedes R., 2006). Şi alte culturi de crucifere introduse în sistemul Cover-crop pot reduce până la anulare activitatea nematozilor sau a altor dăunători ai solului şi plantelor.

11.4.3. Principalele utilizări ale sisemului Cover-crop şi ale îngrăşămintelor verzi

O sinteză asupra acestei probleme a fost efectuată în iulie 2003 de către Preston Sullivan, specialist NCAT, publicat de ATTRA USDA, SUA.

Ţinând cont de zona de cultură dar şi de necesitatea respectării axiomei, distingem:

- *Culturi verzi, acoperitoare de toamnă-iarnă* destinate protecţiei solului peste iarnă:

– frecvent un sistem alcătuit din leguminoase care să aprovizioneze solul cu azot pentru culturile de primăvară,

– în țările nordice, ca de altminteri şi în România, sunt folosite ca plante acoperitoare specii care să reziste peste iarnă. În cazul României, cel mai potrivit am arătat a fi borceagul de iarnă. Tot mai multe plante leguminoase sunt adaptate condițiilor reci din sudul SUA, dar şi din sudul Europei şi o mare parte din România. Printre ele citãm: trifoiul, măzărichea, diferite plante medicinale, mazăre de câmp, lupinul şi altele. Multe dintre ele se seamănă în amestec cu diferite cereale: ovăz, raigras sau grâu şi orz. După recoltarea lor în primăvară târziu urmează de regulă culturi verzi pentru furaje sau alte culturi utile.

- *Culturi verzi de vară ca îngrăşământ:* ele reprezintă o nişă în rotația culturilor pentru o perioadă scurtă de timp, după care solul poate fi pregătit pentru alte culturi, inclusiv cele perene. În această categorie intră culturi leguminoase precum mazărea, soia, trifoiul, sesbonia, guar, crotalaria, specii de fasole, lupin, care sunt folosite ca material organic destinat nutriției în care elementele nutritive se află în cantități mari, cunoscute deja.

Pentru utilitățile majore ale sistemului de culturi verzi continui mai subliniem:

- **Efectul de mulci verde** cu avantajele arătate deja în figura 359, din care cele mai importante rămân:
  - protecția solului contra eroziunii,
  - aprovizionarea cu elemente nutritive,
  - suprimarea buruienilor,
  - conservarea biodiversității.
- **Efectul capcană** (Catch crop). Este deosebit de important pentru că plantele covorului verde rețin nitrații la nivelul profilului solului ferindu-i de levigare şi punându-i la dispoziția culturilor care urmează.
- **Funcția furajeră.** Este specifică fermelor integrate în care masa verde este folosită în furajare, iar gunoiul de grajd înlocuieşte o parte din funcțiile îngrăşământului verde. Un asemenea sistem integrat este cunoscut internațional sub denumirea „Crop-livestock production systems" (Gordner J.C. şi Faulkner DB-swes). Într-un asemenea sistem se caută într-adevăr o ecuație în care exportul de nutrienți şi materie organică din sol să fie acoperite de import, şi anume:

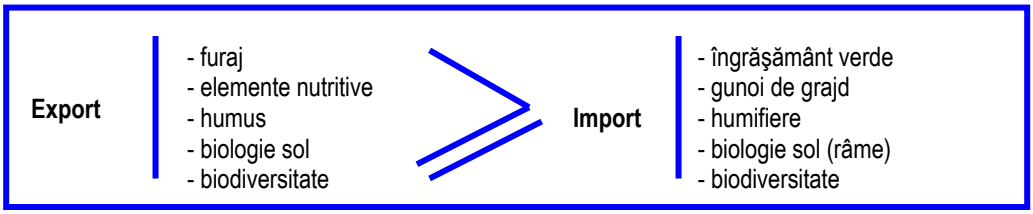


Figura 362. **Cultură acoperitoare de *Trifollium alexandrinum***
(Biomasa medie 2,7 t/ha s.u. şi 154 kg azot fixat)
(**Sursa:** http://foragesoftexas.tamu.edu/species/images/berseem.jpg)

Figura 363. **Cultură verde acoperitoare de *Trifolium incarnatum*** (biomasă medie 3,46 t/ha s.u., şi 220 kg azot) **(Sursa:** http://foragesoftexas.tamu.edu/species/images/berseem.jpg)

Figura 364. **Cultură acoperitoare de *Melitotus officinalis*, potrivită şi pentru solul României** (biomasă verde: 4,2-4,4 t/ha s.u., 250 kg azot fixat) (original)

Producția de azot prin utilizarea leguminoaselor în sistem CC reprezintă unul dintre marile beneficii ale culturilor. Aşa cum rezultă şi din tabelul 100, cantitatea de azot fixată de către diferitele leguminoase variază între 80 şi 440 kg/ha. În funcție de starea biologică a solului, de condițiile climatice şi de chimismul solului, cantitatea poate varia în limite destul de largi.

Azotul venind din natură este un câştig net, la care se adaugă lipsa de poluare şi conservarea nitraților în profilul solului. Azotul fixat nu este consumat. Se estimează că o dată ajunse pe sol sau în sol, leguminoasele ca îngrăşământ verde cedează azotul aproximativ în aceeaşi rată ca şi gunoiul de grajd. După o îngrăşare cu îngrăşământ verde de maxim 30 to materie proaspătă leguminoase echivalent a circa 5,5 to substanță uscată, repartizează cele circa 220 kg N fixat astfel:

- 50 kg anul I;
- 40 kg anul II;
- 30 kg anul III;
- 20 kg anul IV (date estimate de autor).

Restul azotului este redistribuit în formarea humusului şi conservarea biologiei solului, a fertilității în general. Din punct de vedere al repartizării azotului în planta de leguminoase, acelaşi Sullivan (2003) ne pune la dispoziție datele din tabelul 100. Din datele prezentate rezultă că cea mai mare cantitate de azot se acumulează în țesuturile tulpinilor.

Figura 365. **Cultură acoperitoare de trifoi roşu (*Trifolium pratense*) specifică şi spaţiului românesc. Biomasa verde: 3,5 t/ha s.u. şi azot fixat = 180 kg/ha** (foto autor)

Figura 366. **Cultură acoperitoare de *Vicia vilosa,* rezistentă la iernare. Poate intra în orice sistem de Cover crop.** Produce între 4-4,5 t s.u. în medie şi fixează în medie 240 kg N/ha (original)

Tabelul 100

Cantitatea procentuală de azot (N) repartizată în tulpinile şi rădăcinile diferitelor plante de leguminoase (Sullivan, 2003)

Cultură	% azot în	
	tulpini	rădăcini
Soia	93	7
Vicia pannonica (fig. 312)	89	11
Mazăre furajeră	84	16
Trifoi roşu	68	32
Lucernă	53	42

Figura 367. ***Vicia pannonica*** **– cultură pregătită pentru mulciuri la Amzaceea, Constanţa** (foto autor)

Procesul acesta de reciclare conduce la obținerea de plusvaloare a produselor alimentare organice produse de animale. Necesarul de azot pentru consumurile suplimentare este luat acum fie din masa organică verde, de regulă amestecuri de leguminoase şi gramineae, fie, la acest moment al tehnologiilor poate fi luată încă prin aplicații de completare din îngrăşămintele de sinteză.

Contribuția sub formă de culturi de îngrăşământ verde din sol este comparabilă cu 20-30 t gunoi de grajd proaspăt de fermă sau cu echivalentul a 4,4 - 5,4 t/ha s.u./ha îngrăşământ verde.

20-30 t gunoi de grajd = 4,4 – 5,4 t s.u. gunoi de grajd = 4,5 t s.u./ha îngrăşământ verde

Cu alte cuvinte, se poate afirma că valoarea îngrăşământului verde, mai ales cel format din leguminoase sau amestecuri cu gramineae, are aceeaşi valore nutritivă ca şi gunoiul de grajd proaspăt, la care se adaugă avantajele amintite mai sus şi prezentate şi în tabelul 101.

Tabelul 101

Producţia medie de biomasă/t s.u./ha şi producţia de azot fixat la diferite tipuri de leguminoase (prelucrare după S. Preston, 2003)

Cultura acoperitoare	Biomasa t/ha substanţă uscată	Azot fixat kg/ha
Sulfina *Melilotus indicus*	4,30	264
Trifolium alexandrinum	2,70	154
Trifolium incarnatus	3,46	220
Vicia villosa - măzăriche păroasă	4,30	242

Menţionăm că aceste producţii de biomasă şi azot reprezintă media pentru sudul Americii. Producţii asemănătoare se obţin în România cu *Melilotus officinalis, Trifolium pratense, Trifolium repens* şi aceeaşi *Vicia villosa.*

O dată cu încorporarea în sol a materialului verde, are loc o creştere rapidă a activităţii microbiologice. Populaţiile bacteriene din sol, foarte numeroase ca număr (vezi capitolul *Solul*) degradează ţesuturile şi disponibilizează o parte din nutrienţi care se orientează spre rădăcinile şi tulpinile noilor culturi.

Factorii care influenţează abilitatea microorganismelor de a degrada îngrăşământul verde, dar în egală măsură de a reconstrui substanţele huminice sunt prezentate în figura 368.

Rata C/N se determină prin împărţirea conţinutului de carbon la cea de azot. Pentru numeroase plante leguminoase C = 40% iar N = 4,2%. În acest caz C/N = 9,5, foarte favorabilă degradării materialului organic.

11.4.4. Probleme de intensificare a nutriţiei

Sistemul Cover crop nu vizează numai managementul azotului. În fond, acesta nu s-ar putea realiza fără acel echilibru între elementele nutritive, pus la punct de natură şi legiferat de numeroşi cercetători.

În tabelul 102 se prezintă o sinteză a cantităţii de biomasă şi diferiţi nutrienţi puşi la dispoziţie de către diferite culturi din sistemul Cover crop.

Descompunerea îngrăşămintelor verzi în sol influenţează semnificativ disponibilitatea altor elemente, cum ar fi potasiul, fosforul, magneziul şi numeroase alte microelemente.

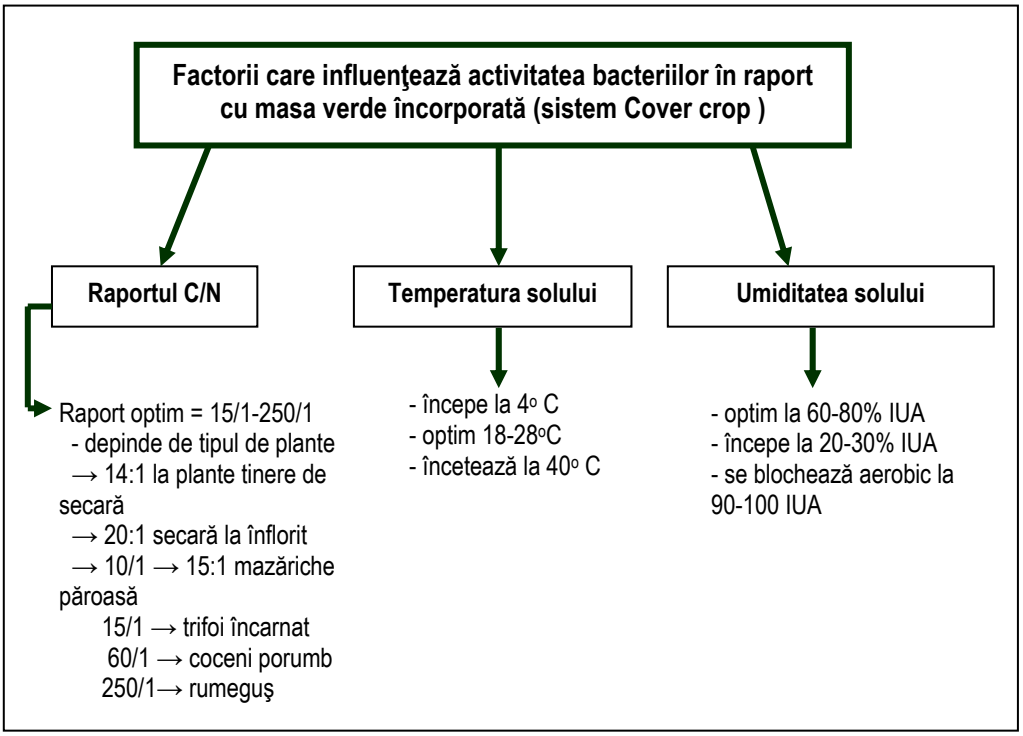


Figura 368. **Factorii care degradează îngrăşămintele verzi** (original)

Tabelul 102

Cantitatea de biomasă şi nutrienţi disponibilizaţi de diferite culturi din sistemul Cover crop (Sullivan, 2003) (prelucrare)

Cultura	Biomasă kg/ha masă aeriană uscată	Nutrienţi în kg/t				
		azot	potasiu	fosfor	magneziu	calciu
Măzăriche păroasă	3651	158	149	20	20	58
Trifoi încarnat	4752	129	160	16	12	59
Mazăre austriacă de iarnă	4608	161	178	21	15	50
Secară	6261	100	121	19	9	25

De reținut este faptul că disponibilizarea, atât a azotului cât şi a altor nutrienți nu are loc de o manieră bruscă, instantanee, aşa cum se întâmplă la aplicarea îngrăşămintelor minerale, ci de o manieră care urmăreşte modelele naturale de consum a plantelor superioare şi a microorganismelor, manieră sau curbă de consum care se corelează cu umiditatea, căldura şi intensitatea fotosintezei plantelor care urmează în asolament după îngrăşământul verde.

Pe de altă parte, o mare parte din mineralele insolubile (Ca, Mg, K), fixate în formă de carbonați sau alte forme insolubile, sunt readuse în soluția solului de către diferiții acizi organici care, fie şi temporar apar în timpul degradării, fie sunt eliminați în sol de către rădăcinile plantelor din seria a 2-a a Cover crop. Pe de altă parte, activitatea intensă a microorganismelor produce prin respirație în sol CO_2 care împreună cu apa formează acidul carbonic, un produs colateral denumit şi bioprodus care atacă fosfații de Ca, introducând în sol P_2O_5 (adică fosforul mobil), uneori în cantități mari, mai mari decât ar putea fi aduse prin îngrăşămintele cu fosfor aplicate antropic. Acelaşi lucru se poate spune şi despre potasiu K_2O, care însă se găseşte în sol în cantități cu mult mai mari şi în cazul aplicării îngrăşămintelor verzi, în niciun caz nu va fi aplicat din îngrăşăminte minerale.

11.4.5. Îngrăşămintele verzi şi reconstrucţia fluxurilor – rolul rădăcinilor

Există numeroase plante care fac parte sau pot fi alese ca participanți ai Cover crop, şi care îndeplinesc funcții deosebite în perforarea solurilor şi refacerea fluxurilor pe profil, mai ales în condițiile în care talpa plugului este formată pe soluri mai puțin argiloase. Extensia în profunzime a rădăcinilor plantelor are loc cu deosebire pe solurile loesoide, cu un bun raport apă/aer. Pentru reconstrucția sigură a solurilor degradate, cultivarea unei diversități mari de plante, îndeosebi gramineae, dar şi leguminoase adaptate la secetă, se poate reface repede conținutul în humus, dar şi însuşirile lui fizice şi îndeosebi structura şi raportul apă/aer. Diversitatea rădăcinilor care pătrund cu uşurință până la un metru creează în sol o biodiversitate extraordinară care stimulează ecosistemul solului, ajutându-l să se reclădească uneori încă după legi necunoscute nouă (vezi figura 369).

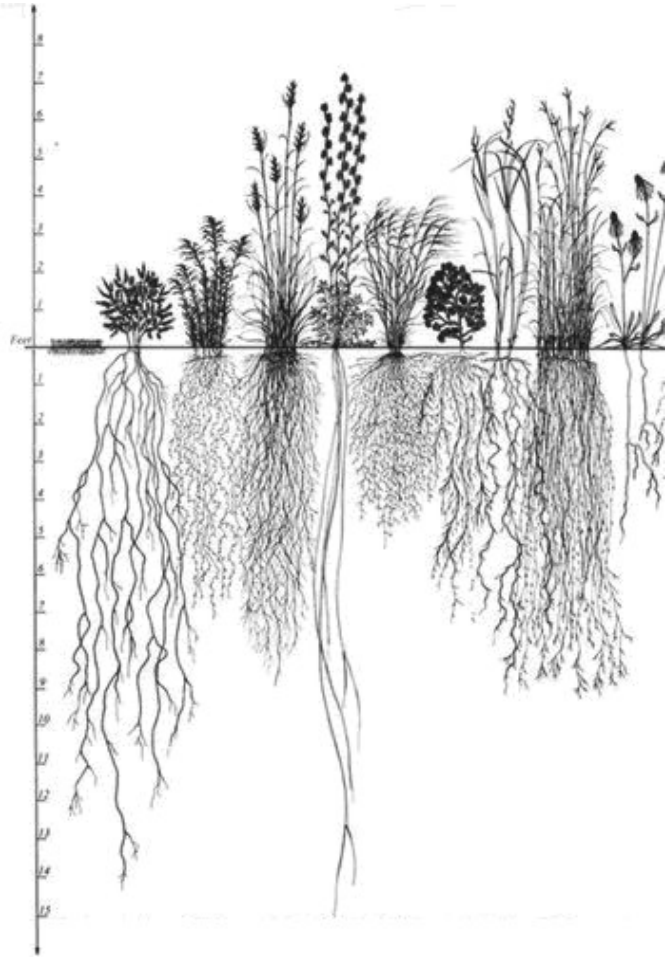


Figura 369. **Sistemul radicular al diferitelor plante de stepă. Diversitatea rădăcinilor şi adâncimea de 1 m ± 20% crează condiţii optime pentru formarea solurilor cernoziomice cu humus heteropolicondensat durabil**

În cazul plantelor de cultură sistemele radiculare sunt extrem de diverse şi explorează în mod diferit solul (figura 370). Repetăm: sistem Cover crop, este foarte bine să fie alcătuit din amestecuri cât mai numeroase pentru ca lucrătura biologică şi radiculară asupra solului să fie făcută după modele cât mai naturale şi, bineînțeles, cât mai durabile.

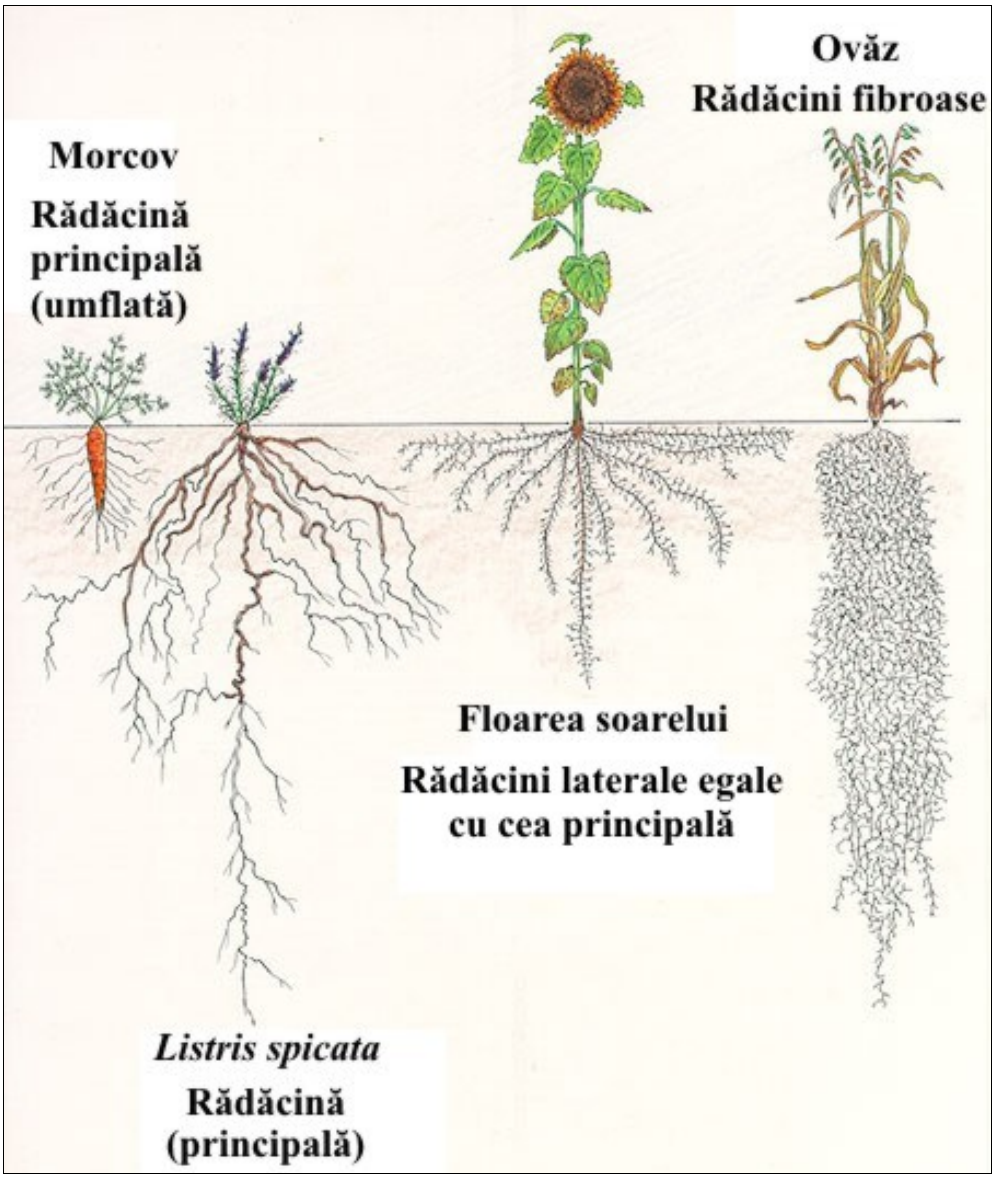


Figura 370. **Sisteme diferite de rădăcini la plantele de cultură realizează relaţii diferite cu solul.** O cheie sigură pentru asolament. (Colecţie după diverşi autori)

S-a arătat anterior că în procesul de ecologizare a solurilor un rol important îl au lucrările de subsolare (scarificare). Experienţe efectuate în Australia (Sulivan, 2003) au demonstrat că dacă solul prezintă o compactare medie generată de talpa plugului în sistemul Cover crop, el poate fi penetrat de către lupinul albăstrui. Însă în condiţii în care scarificarea a fost efectuată,

culturile din sistemul Cover crop contribuie semnificativ la mărirea efectului de afânare a solului (soil-loesening effects).

Adâncimea de pătrundere a diferitelor forme de îngrăşăminte verzi pentru condiţii medii ale solurilor australiene sunt prezentate în tabelul 103.

Tabelul 103

Adâncimea medie de pătrundere a majorităţii rădăcinilor pentru diferite grupări de îngrăşăminte verzi
(după Sulivan, 2003 – prelucrare)

Grupul de culturi care formează îngrăşământul verde	Adâncimea în metri
Trifoi roşu, lupin, ridichi furajere, napi, sfeclă de zahăr	1,50 - 2,14
Măzăriche comună, muştar, Medicago lupulina (Back medie), rapiţa	1,0 - 1,50
Trifoiul alb, măzărichea păroasă	0,30 - 1,00

Figura 371. ***Medicago lupulina*** **– o valoroasă plantă de acoperire, mai ales în Australia.** Este denumită şi lucerna neagră. Acopere bine solul şi pătrunde în medie până la 150 cm în sol, creând un bun sistem plantă-sol (Sulivan, 2003)

Când vorbim de adâncimea de explorare a solului, mai ales în cazul plantelor cu rădăcină îngroşată sau tuberculiferă, este bine să luăm în considerare şi rădăcinile fine laterale şi pivotant prelungitoare, care pătrund

adânc, presează solul în lateral şi contribuie atât la penetrarea straturilor compacte, cât şi la structurarea solului. Este deja cunoscut faptul că după cartof sau morcov, solul rămâne curat, afânat şi bine structurat, foarte potrivit pentru o nouă cultură postmergătoare.

11.4.6. Este lucerna un bun îngrăşământ verde?

În cele ce am scris mai sus nu a rezultat deloc ca lucerna ar fi o bună plantă pentru îngrăşământ verde. Am arătat însă într-un capitol anterior că lucerna este o bună plantă amelioratoare într-un asolament cu plantă săritoare. Aceste este rolul ei cel mai important. Ea nu poate fi un bun îngrăşământ verde din următoarele motive:

1. Este o plantă perenă care rămâne în cultură 4-5 ani şi care oferă o foarte bună masă vegetativă pentru furaje, mai ales sub formă de făinuri, granulate sau pulberi.

2. Ea nu poate oferi anual posibilitatea de recoltare şi încorporare sau mulcire ca îngrăşământ verde. Tăierea şi lăsarea ei pe teren ar conduce la degradarea coasei următoare.

3. În consecinţă lucerna este nepotrivită, dar şi foarte scumpă ca îngrăşământ verde.

În schimb, ca plantă amelioratoare este excelentă. Repetăm, cu argumente noi, unele din aceste avantaje:

1. Datorită unei rădăcini pivotante adânci şi puternic ramificate (vezi figurile 372 şi 373) lucerna penetrează cu uşurinţă, inclusiv straturile compacte. În zonele calde, bogate în calciu din sudul României, rădăcinile penetrează cu uşurinţă talpa plugului, înlocuind lucrările de scarificare. Dacă lucerna depăşeşte cu succes anul I când este sensibilă la buruieni, în anii II-IV (V) nu mai are concurenţă şi pune stăpânire pe teren, combate bine buruienile, formează un număr de 10-25 de lăstari de la colet (figura 374) şi fixează o cantitate de azot care ajunge la 250-400 kg/ha, în funcţie de zonă şi condiţiile climatice (figura 375).

2. Constelaţia aceasta de factori favorabili fac din lucernă o excelentă plantă furajeră şi amelioratoare, dar nu un îngrăşământ verde. Prin profunzimea mare la care ajunge rădăcina (6 m după Irimie Staicu, 1969) lucerna aduce din adâncime spre suprafaţă unele microelemente foarte necesare culturii, structurează solul, reface fluxurile pe profil, luptă bine cu buruienile, conservă biodiversitatea şi este o bună plantă premergătoare pentru numeroase culturi (porumb, rapiţă, floarea-soarelui, cereale etc.) dar nu poate fi considerată îngrăşământ verde, deşi avantajele ei pot devansa pe ale altor plante din sistemul Cover crop. Despre dezavantajele ei am vorbit într-un capitol anterior.

Figura 372. **Rădăcina pivotantă de lucernă pătrunde adânc în pământ, contribuind la penetrarea solului şi refacerea fluxurilor apă/aer şi elementele nutritive pe profil** (foto autor 23.08.2010, lucernă de 4 ani în zona Brebu-Prahova)

Figura 373. **Rădăcina lucernei este pivotantă, profundă şi ramificată aleatoriu.** Este foarte puternică (foto autor 23.08.2010, Brebu, Prahova)

Figura 374. **Rădăcina în anul 4. Susţine o cantitate mare de biomasă.** Cel puţin 25 lăstari pleacă din acest cap de rădăcină = 2 kg masă verde/plantă (foto autor 23.08.2010, Brebu, Prahova)

Figura 375. **Deşi necesarul de azot este din ce în ce mai redus, în zona coletului există foarte numeroase nodozităţi care fixează încă cantităţi importante de azot** (foto autor 23.08.2010, Brebu, Prahova)

11.4.7. Lucerna şi alte plante semilemnoase în relaţia cu subsolul şi modificările climatice

S-a arătat în capitolul *Lucrările solului* că agricultura viitorului îşi pune mari speranţe în realizarea acelei „stări a solului" care să se apropie cât mai mult de modelele naturale cu foarte puţine intervenţii antropice prin utilizarea maşinilor mari. „No tillage" devine din ce în ce mai important pe măsură ce cercetarea pune la dispoziţie modele naturale de reconstrucţie a fluxurilor pe profil.

Janusa A.M. şi colab. (2003) experimentând în Australia cu plante semilemnoase multianuale printre care se numără lucerna (Medicago) dar şi alte specii mai ales de zona secetoasă a demonstrat că spre deosebire de plantele cu rădăcini groase dar superficiale care prelucrează îndeosebi stratul arabil superficial, lucerna şi alte plante lemnoase au un rol semnificativ în a penetra zonele compacte, generate îndeosebi de orizontul „B" al solurilor brun-roşcate şi a genera apoi o serie de îmbunătăţiri fizico-chimice care conduc într-o medie pe foarte mulţi ani la o stabilizare a creşterii producţiei unui asolament după plantele semilemnoase cu cel puţin 16% (tabel 104).

Tabelul 104

Studiu comparativ al unor însuşiri fizico-chimice determinate în subsolul speciilor anuale şi a speciilor semilemnoase, măsurători efectuate în februarie 2000 de către Yunusa şi colab. (2003)

Caracteristici ale solului	Culturi anuale	Culturi perene semilemnoase	Semnificaţie
Numărul de pori (> 1,0 mm/m^{-2})	352	679	226,4*
Estimarea porozităţii pline cu apă %	15,1	19,7	n.a.
Estimarea conductibilităţii hidraulice (mm/zi)	133	531	n.a.
Total C (%) în primii 0,1 msol	1,11	1,58	0,142**
Azot mineral (N - kg/ha) în primii 0,1 m în sol	12,3	27,5	4,72**

Asemenea cercetări extinse mult în Australia dar prezente la nivel experimental şi în România (Berca M., 2008) vin să precizeze faptul că unele specii de plante (lucerna, sulfina etc.) ca şi unele specii de animale ale solului (râmele în mod deosebit) vin să contribuie în mod deosebit la reconstrucţia solurilor afectate ecologic şi la pregătirea lor pentru noua agricultură intensivă. Reintroducerea în agricultură a acestor modele naturale necesită timp pe fondul unei schimbări totale a gândirii, a educaţiei, a mentalităţii, implicit a sistemelor

economice de producţie agricolă, căci lucerna nu se poate cultiva în asolamente cu solă săritoare în absenţa animalelor consumatoare. Ori, acestea au fost practic eliminate din agricultura României.

11.4.8. Implicarea culturilor semilemnoase în potenţialul încălzirii globale (PIG)

PIG* sau GWP (Global Warning Potential) reprezintă contribuţia la acumularea gazelor cu efect de seră măsurată în echivalent CO_2. Este cunoscut că lucrări extensive efectuate asupra solului au condus implicit la oxidarea humusului şi la expedierea în atmosferă a unor cantităţi mari de CO_2 care şi-au adus o contribuţie importantă la creşterea potenţialului PIG. Întrebarea pe care şi-au pus-o cercetătorii este *în ce măsură simpla prezenţă a culturilor pe suprafaţa solului influenţează sau nu emisiile sau poate, dimpotrivă, absorbţia lor.* Conferinţa de la Copenhaga a subliniat că producţia de emisii în echivalent CO_2 este cu 44% mai ridicată decât aceea pe care natura însăşi o poate consuma (media pentru 100 ţări ale lumii) iar planeta are nevoie astăzi de 18 luni pentru a-şi regenera resursele, consumate de societatea umană într-un singur an. Pornind de aici e important să ştim în ce măsură plantele din sistem CS** reduc emisiile, le absorb şi ajută la reducerea disfuncţiilor ecologice.

Cercetările lui Robertson şi colab. (2000) au relevat că emisiile de oxizi de azot (N_2O) spre atmosferă au fost similare atât pentru lucernă cât şi pentru culturile anuale. Dimensiunea indicatorului este însă nesemnificativă şi anume între 3,5 - 6,5 g/ha/zi. Speciile mai elaborate din punct de vedere al vârstei elimină în atmosferă numai [0,6 - 15] g/ha /zi N_2O. În acelaşi timp ele au capacitatea de a oxida o mare cantitate de metan (CH_4) în dimensiuni de circa 6,2 g/ha zi în comunităţi cu vârsta de 6-10 ani şi maximum 9,5 g/ha/zi, în comunităţi asociative cu leguminoase.

Fluxurile de N_2O care apar în culturi sunt cel mai adesea asociate cu fertilizarea minerală pe bază de azot, mai ales atunci când managementul acesteia este defectuos. În condiţiile culturilor perene, semilemnoase fluxurile de N_2O şi CH_4 sunt cu siguranţă mai mici deoarece lipsa lucrărilor solului şi menţinerea unui ciclu conservativ al azotului reduce semnificativ nivelul nitraţilor din sol. Avantajul lucernei şi a altor semilemnoase constă în mod specific în neapelarea la inputuri convenţionale care în permanenţă sunt însoţite de cantităţi mari de emisii.

---

* PIG = Potenţial al încălzirii globale.

** CS = culturi semilemnoase.

Tabelul 105

Potențialul global de încălzire (g/m^2/an) pentru diferite culturi şi utilizări ale solului (Robertson şi colab., 2000)

Nr. crt.	Model de utilizare a terenului	Carbon din sol	Fertilizare cu N	Amendamente cu Ca	Combus-tibil (Diesel)	N_2O	CH_4	PGI (net)
1	Culturi conven-ţionale (1)	0	27	23	16	52	- 4	114
2	Lucernă de 5 ani	- 161	0	80	8	59	- 6	-20
3	Extraagricultură 11 ani	- 220	0	0	0	15	-6	-211
4	Abandonat 50 ani	- 32	0	0	0	16	- 15	- 31
5	Păduri >50 ani	0	0	0	0	21	- 25	- 4

(1) Este vorba de rotația soia-porumb.

Valorile negative înscrise în tabel indică o atenuare semnificativă a indicelui de poluare cu gaze (PIG) în suprafețele din afara sistemului agricol pe terenul abandonat şi în lucerniere. Este de remarcat şi faptul că lucerna aduce în sol echivalent CO_2 în minus de 161 gr/m^2/an, adică 161 × 10.000 gr/ha = 1610 kg/ha, contribuind în felul acesta la diminuarea semnificativă a CO_2 din atmosferă. Cultivarea în România a numai 1 milion ha lucernă ar presupune scoaterea din aer şi reintroducerea în sol sub formă de humus a 1610 × 10^3 tone (610 tone CO_2/an).

În paralel ar putea fi crescute şi îngrăşate peste 4 milioane bovine, al căror gunoi de grajd 4 mil. × 40 0 t/an = 161 mil. t/an = 0,48 mil. t azot/an + 3,2 mil t P_2O_5 plus 0,352 mil. t K_2O. Pe lângă faptul că ar fi supernutrite cu azot şi alte elemente minerale, o suprafață de peste 5 milioane ha, care de fapt astăzi nici măcar nu se mai cultivă, s-ar rezolva integral şi cu mari disponibilități pentru export necesarul de carne şi lapte al României, iar în decurs de 30 de ani am recâştiga solurile de acum 80 de ani.

Un asemenea proiect prezentat încă din anii ’80 ai secolului trecut a întâlnit oprobriul regimului comunist ceauşist. El a fost propus de cunoscutul acad. prof. Grigore Obrejeanu, care a avut de suferit enorm din cauza curajului său. Astăzi i s-ar întâmpla şi mai rău. Ar fi ignorat, cum de fapt plătesc toți cei ca domnia sa.

11.5. COMPOSTURI SPECIALE

În Uniunea Europeană, îndeosebi în ţările cu tradiţie mare în practicarea sistemelor naturale de agricultură, s-a creat un obicei sănătos, acela de a crea composturi din diferite reziduuri de plante, îndeosebi din alimente, din alge marine, din râme şi alte inputuri, composturi mult mai concentrate decât cele obţinute în bioreactoarele de producere a biogazului, sau cele obţinute prin simpla fermentare a gunoiului de grajd sau a amestecului de guelle cu resturi organice sau cu biomasă verde, fie ea cultivată sau reziduală.

Termocomposturile: se realizează de regulă prin fermentarea unor resturi organice rămase de la industriile de prelucrare. De exemplu, de la industria de procesare a strugurilor rămâne boasca, un material care în mod normal poluează zona şi creează mari probleme vinificatorilor. Dacă sâmburii de struguri în cantităţi mici constituie o serioasă materie primă pentru uleiuri bogate în nutrienţi şi componenţi medicinali anticancer, boasca în sine rămâne un material rezidual de nefolosit în alte forme de reciclare. De la această gândire a apărut un compost pe bază de plante denumit BIOVIN, pe care îl prezentăm în continuare.

11.5.1. Ce este Biovinul?

Este un produs exclusiv de provenienţă naturală, care conţine acizi huminici stabili şi durabili şi care regenerează prin heteropolicondensare humusul solului şi reactivează activitatea biologică a solului, mărind în acelaşi timp biodiversitatea acestuia.

El se fabrică din boască de struguri după un patent special, urmare a unei fermentaţii aerobe, în care temperatura urcă la peste 60^{o}C (figura 376).

Produsul se bucură de următoarele însuşiri:

- conţine substanţe active şi vitale pentru creşterea plantelor precum: fitohormoni, citochinone, acizi huminici şi combinaţii ale acestora,
- are un miros de pământ de pădure şi este nepericulos pentru oameni şi animale,
- nu conţine niciun fel de substanţe dăunătoare şi nicidecum metale grele;
- nu conţine derivaţi ai staţiilor de epurare (nămoluri sau fecale) şi nici derivaţi ai animalelor,
- formularea sub formă solidă conţine bacterii utile active ce măresc biodiversitatea solului şi susţin nutriţia plantelor.

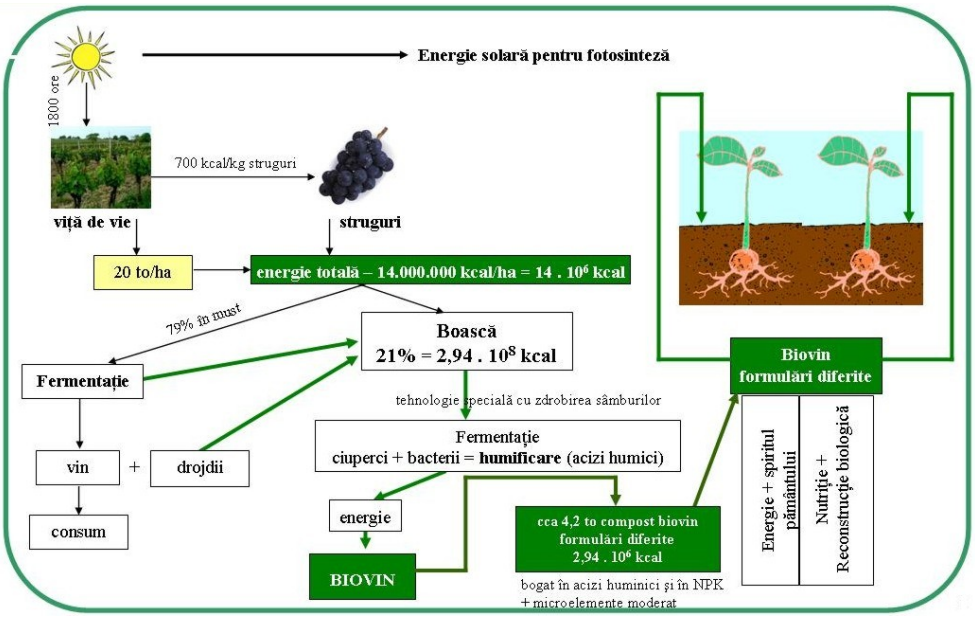


Figura 376. **Modul de fabricare a Biovinului** (concepţie autor)

Forța nutritivă şi sanitară produsului este prezentată în figura 377.

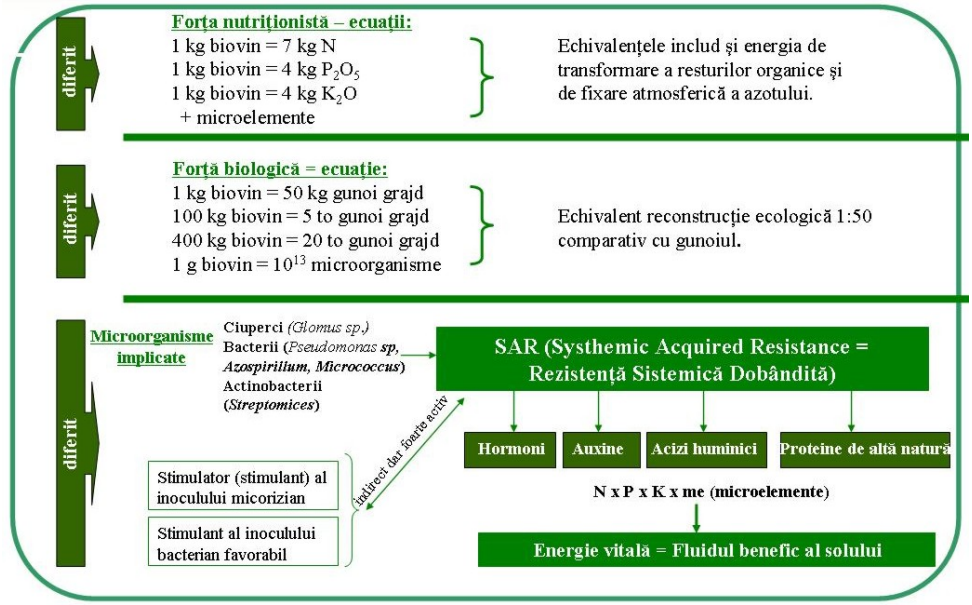


Figura 377. **Forţa nutritivă biologică, ecologică şi sanitară a Biovinului** (concepţie autor)

Chimic şi biologic produsul este potrivit reconstrucţiei ecologice şi fortificării biologice a solului.

➢ **Analiza chimică:**

Materie uscată:	78,6 %
N total	2, 5 %
N organic	2,2 %
P total	1,5 %
K total	2,5 %
Mg total	0,3 %
Ca total	1,3 %
Si total	5,3 %
Substanţe humice	66,7 % (incluzând acizi fulvici)
Fe total	1420 ppm
Microelemente total	132 ppm (Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Ni)

Activitate microbiană:

- **8 x 10^9** microorganisme aerobice **per gram**
- approx. 450 specii diferite
- formatori specifici de humus: 8x10^7 per gram
- enzime şi stimulatori de creştere ai plantei **(auxins)**
- Raport C:N: 12:1 - ideal pentru activarea solului
- PH: 6.5 – 7

Produsul este recunoscut şi certificat de către Ministerul Federal Austriac pentru Agricultură pentru folosire ca îngrăşământ şi bioactivator al solului în concordanţă cu îndrumarul Asociaţiei Austriace pentru Agricultura Ecologică.

În plus, este înregistrat conform regulilor pentru agricultura ecologică din Germania, Elveţia ca şi în toată Uniunea Europeană .

REZULTATE OBŢINUTE cu BIOVIN

După 12 ani de cercetare s-a constatat că Biovinul afânează şi aeriseşte solul, acţionează ca ameliorator al acestuia (conţine până la 70% formatori de humus), aprovizionează toate plantele optimal cu elemente nutritive şi biostimulatori şi îmbogăţeşte solul cu microorganisme formatoare de humus, întăreşte rădăcinile şi înmulţeşte procentul de rădăcini fine şi perişori radiculari.

– totodată Biovinul întăreşte plantele şi le măreşte rezistența împotriva bolilor şi dăunătorilor.

– acționează ca ÎNGRĂŞĂMÂNT UNIVERSAL pentru tot ce este verde şi înfloreşte.

– este absolut netoxic pentru oameni şi animale.

– depozitul gri indică eventual o abundență de bacterii vii foarte folositoare.

Tabelul 106

DOMENIUL DE UTILIZARE a compostului BIOVIN

CULTURI FLORICOLE	Doza / 100 m^2
FLORI ŞI PLANTE ORNAMENTALE	10-15 kg
GAZOANE	**Doza / 100 m^2**
-Noi instalări de gazoane	10-15 kg
-Întreținere gazoane	8-10 kg
-Exclusiv pentru creşterea conținutului de humus	10-15 kg

VIȚĂ DE VIE	Doza / 100 m^2
-aplicare pe rând	6-8 kg
-aplicare pe toată suprafața	12-14- kg
-plantații noi/planta	0,2-0,3 kg/plantă
-pepinieră de viță	15-20 kg

LEGUME FRUNZOASE, FRUCTOASE ŞI RĂDĂCINOASE	Doza / 100 m^2
-Diverse frunzoase, castraveți, fasole, roşii, ceapă, țelină etc.	12-15 kg
PRĂŞITOARE	**Doza / 100 m^2**
-Sfeclă, cartof	10-12 kg
-Cereale, porumb	8-10 kg

CULTURI ARBORICOLE	Doza / 100 m^2
ARBUŞTI FRUCTIFERI	8-12 kg
CĂPŞUNI	12-15 kg
NOI PLANTAȚII POMI	**Doza / 100 m^2**
-pepiniere de pomi	15-20 kg
-pepiniere forestiere	10-12 kg

11.5.2. Modalităţi de utilizare

Produsul se încorporează în sol şi, în măsura posibilităților, se udă.. Nu se produc arsuri ale culturilor chiar şi la depăşiri extreme ale dozelor. Biovinul conține toate oligoelementele necesare importante precum: fier, cobalt, molibden, bor şi poate fi aplicat împreună cu oricare alt tip de îngrăşământ. Economiseşte în acest caz până la 80% din doza de îngrăşământ utilizată printr-o mai bună preluare şi creştere a disponibilității elementelor nutritive pentru plante, împiedică levigarea nitraților în subsol şi pânzele freatice, păstrându-i la dispoziția plantelor, creşte activitatea solului şi măreşte conținutul în humus şi măreşte decisiv calitatea recoltelor.

Biovinul se prezintă sub diferite forme: solid, silica şi lichid, iar detalii ale utilizării lui le puteţi găsi în prospectele firmei producătoare sau pe internet.

11.5.3. Alte utilităţi şi referinţe

1) STIMULATOR DE CREŞTERE A PLANTEI

– Furnizează nutrienţi, micronutrienţi, substanţe humice şi microorganisme active solurilor sărace

– Activează ciclicitatea nutrienţilor prin descompunerea eficientă a compuşilor cu carbon şi alimentarea bacteriilor şi fungilor de sol

– Stimulează dezvoltarea asocierilor ectomicoriziale (dovedit), şi probabil şi a asocierilor VAM (vezicular-arbuscular-mycorhizal/fungi)

Referinţe/Mărturii:

– 56 de rapoarte ştiinţifice şi publicaţii, efectuate de ex. de Universitatea Tehnică din Viena, Institutul Federal de Cercetare pentru Agricultură, Viena, Institutul Federal de Cercetare Forestieră, Innsbruck (Dr. Goebel), Universitatea de Ştiinţe Agricole, Viena, Institutul de Cercetare al Naţiunilor Unite, Seibersdorf, Austria, Ministerul Federal pentru Agricultură şi Silvicultură, Austria

– Analiza privind eficacitatea pe solurile terenurilor de golf: Laboratorul Tifton de Teste Fizice ale Solului, Tifton, GA 31794, SUA

– Mărturii: Scania Vitals, Malmo, Suedia; Serviciile de înierbare Tomas, College Station, Texas; Piste de Golf listate în Austria şi Germania; Geo-Systema, 20078 S.Colombano, Italia; câteva companii austriece.

– Exemple existente: Încercări Forestiere, 1985; 1986; Încercări Horticole; 1991,1997; Încercări de testare a rezistenţei la atac patogen; 1988;

2) LISTĂ DE ALTE TIPURI DE APLICARE ŞI POTENTIALE (LITERATURA ŞTIINŢIFICĂ EXISTENTĂ ŞI REFERINŢE)

A)Activator al compostului: reduce timpul de compostare de la 30 de săptămâni în medie la 8-20 de săptămâni (depinde de anotimp), crescând temperatura de compostare, fermentare totală; rate de aplicare: cca. 0.1% amestec de biovin la compost.

B) Decontaminarea solului: activitatea primară este activarea carbohidraţilor natural existenţi ce degradează microorganismele şi legarea carbohidraţilor fenolici şi alifatici de substanţele humice şi fulvice (referinţă: OMV AG: decontaminarea uleiului (ţiţeiului) în soluri de la 18.000 ppm la 8000 ppm în 5 luni; după 2 săptămâni numai 18% din substanţele fenolice mai erau detectabile în zona de 0-30 cm).

C)Neutralizarea şi îndepărtarea excrementelor animale: adăugând Biovin în cuştile animalelor se îndepărtează mirosul (amoniacul) şi se accelerează descompunerea, referințe: Universitatea de Ştiințe Veterinare Viena.

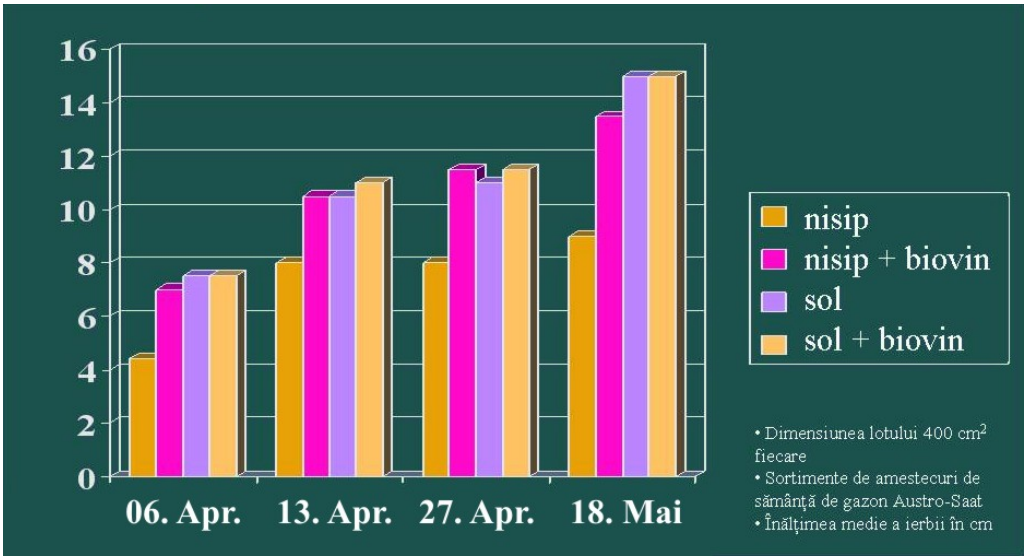


Figura 378. **Germinaţia gramineelor şi răspunsul de creştere pe diferite tipuri de soluri** (**Sursa:** Institute for Applied Botany, Technical University of Vienna, Ass.Prof. Theodor Prey)

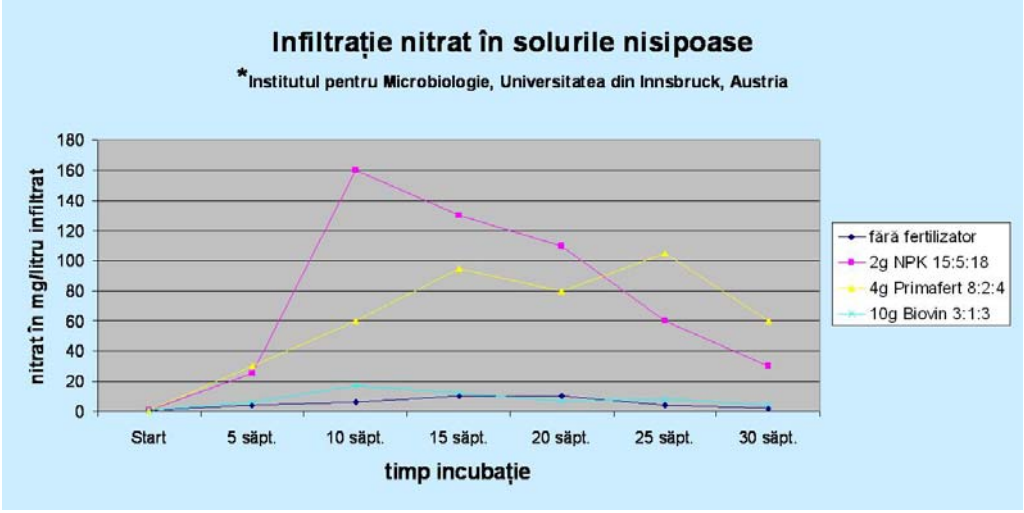


Figura 379. **Biovin reţine azotul solubil în sol**

S-au adăugat 0.3 g de azot total la 300 g de sol natural nisipos nesterilizat fie ca îngrăşământ NPK solubil (2g de 15;5;18), îngrăşământ organic Primafert (4g de 8;2;4) sau ca Biovin (10 g de 3;1;3). Solul a fost împachetat în cilindri (3 repetiţii, fiecare cilindru lat de 10 cm, lung de 30 cm) şi s-a plantat iarba. După 3 săptămâni, procesul de scurgere a fost început prin udarea cu 200 ml de apă deionizată. După aceea udarea a fost repetată la timpii indicaţi.

În solurile nisipoase sau în solurile cu puţin humus suprafaţa neschimbată a particulelor de sol nu poate reţine nutrienţi şi pierde cantităţi mari prin infiltrare. Acizii huminici oferă o suprafaţă încărcată negativ pentru a reţine nutrienţii în sol şi a preveni scurgerea lor. Acizii huminici dau solului nisipos o încărcătură negativă, creând astfel atracţie moleculară între negativ (-) solul nisipos, şi pozitiv (+) nutrienţi (fertilizator), atracţia opusului. Ceea ce am creat noi – retenţia nutrienţilor în sol, promovând o sursă de alimentare pentru sistemul de rădăcini nou format.

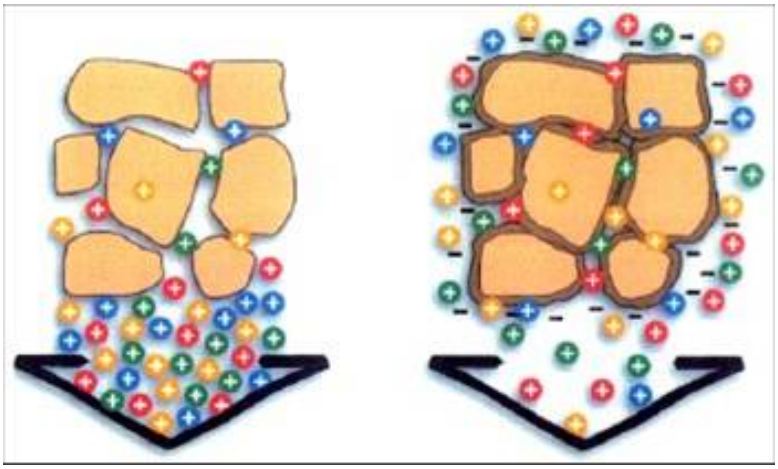


Figura 380. **Beneficiile utilizării acizilor humici în solurile nisipoase**

RECAPITULARE

11.5.3.1. Principalele avantaje ale produsului BIOVIN

- Conţinut microbial înalt garantat de 109/g
- QA/QC testat pentru patogeni (nu conţine patogeni)
- Induce „Rezistenţă Sistemică Dobândită“ (RSD) în plante
- Ridică nivelurile enzimatice din sol
- Produce hormoni de creştere ai plantei

- Creşte exponenţial disponibilitatea nutrienţilor
- Previne spălarea nutrienţilor

Analizând un produs de bază al composturilor obţinute din plante, observăm avantaje de necontestat. Subliniem că asemenea produse, datorită marii lor activităţi bioactive sunt în mare măsură utilizate şi pentru decontaminarea câmpurilor afectate de diferiţi poluanţi precum petrolul, detergenţii sau metalele grele. Milioane de tone de asemenea produse sunt utilizate în ţările din Orientul Apropiat pentru decontaminarea câmpurilor petroliere şi pentru transformarea nisipurilor în adevărate soluri productive, în timp ce în spaţiul românesc poluarea solurilor cu un petrol care de abia mai există, salinizarea, eroziunea, deşertificarea câştigă în fiecare zi suprafeţe incredibile, fără ca factorul politic cu atribuţii în domeniu să aibă un minimum de cunoştinţe în domeniu, şi nicidecum vreo politică de stabilizare şi reconstrucţie a agroecosistemelor şi resurselor de mediu.

Există astăzi, inclusiv pe piaţa românească, numeroase alte produse asemănătoare Biovinului. Citǎm printre altele produsele tip Mycosoil. Unele dintre ele sunt formulate sub formă de acizi huminici 100% şi 100% solubili în apă. Ele se folosesc în doze de 20 gr/100 l apă şi se aplică de 2-3 ori culturilor de câmp, împreună cu tratamentele fitosanitare cărora le amplifică activitatea. Aplicate singure întăresc plantele prin sistemul RSD prezentat mai sus. Prin îmbunătăţirea tehnologiilor de fabricaţie a acestor produse şi manifestarea mai intensă a concurenţei, produsele în cauză devin din ce în ce mai accesibile şi agricultorilor români, în vederea reparării ecologice a solurilor şi arealelor. România ar putea fabrica numai din propriile ei reziduuri milioane de tone de composturi care ar contribui la refacerea solurilor. În bătaie de joc ele sunt trimise spre veşnică poluare spre gropile de gunoi ale marilor oraşe, căci în comune ele au fost desfiinţate, iar despre compostare nu se ştie nimic. Viitorul va solicita noi politici şi noi comportamente.

O altă categorie de produse obţinute prin proceduri speciale de fabricaţie care au la bază reziduurile de plante o constituie **ligno-humaţii**. Asemenea produse se aplică în tot felul de formulări, pornind cu tratamentele de la semînţe şi până înainte de înflorirea sau chiar fructificarea plantelor. Seria de produse Agrostim este reprezentativă pentru această grupă de supercomposturi. (vezi www.biostim.de).

11.5.3.2. Compostul de râme, sau mai bine zis cu ajutorul râmelor

Este necesar a fi clar asupra faptului că respectivul compost nu este creat din „corpul râmelor” aşa cum recent a apărut pe piaţă un produs bulgaro-rusesc denumit **vermicompost**. El este produs printr-o tehnică specială încă

protejată cu patent în care râmele în asociație cu numeroase alte microorganisme transformă resturile organice, alcătuite dominant din resturi vegetale şi hârtie impregnată cu apă într-un compost alcătuit exclusiv după regulile naturii. În fond, întregul patent a fost creat după un algoritm de detaliu bine pus la punct de natură în milioane de ani şi care se derulează şi astăzi în sânul naturii. În prezența aceloraşi râme şi a unui complex de microorganisme, compostul se poate forma direct în grădinile special dotate cu biosistemul necesar în acest sens.

Există în Germania, Austria, Franța un adevărat corp de experți care se ocupă cu consultanță în vederea acestui tip de compost.

Compostul sau humusul produs de râme este un material extrem de consistent format dintr-un complex argilă-humus care se caracterizează în primul rând prin stabilitatea foarte mare pe care o imprimă structurii. Deținătorii patentului (www.vermigrand.com) au argumente solide în a afirma că produsul lor are însuşiri mai importante şi mai eficiente decât cele ale unui compost concentrat (figura 381). În primul rând producătorul consideră că produsul are 15 avantaje față de alte composturi. Noi reținem faptul că „lipsa de fermentație aerobă la temperaturi înalte necesară în cazul dejecțiilor animale sau a acelor resturi compostabile este un avantaj numai în măsura în care în procesul de compostare nu se strecoară şi microorgansisme dăunătoare".

Printre avantajele acestui produs subliniem următoarele:

1. Nu sunt utilizate în compostare resturi de produse provenind de la animale.
2. Nu sunt utilizate deşeuri industriale.
3. Tehnica de producție este dezvoltată după exemple existente în natură de milioane de ani şi care sunt deci verificate de înseşi ecosistemele naturale.
4. Produsul se integrează deci perfect şi amical în ecosisteme.
5. Produsul face parte din politicile de dezvoltare regională.
6. Protejează solul şi apele freatice.
7. Este bogat în elemente nutritive esențiale, dar şi în microelemente sau nutrienți de nivel mediu calitativ.
8. Este bogat în acizi huminici, hormoni şi enzime.
9. Este bogat în microorganisme, este deci bioactiv.
10. Dozele de aplicare sunt reduse, însă supradozările nu deranjează pe nimeni.
11. Îmbogățirea solului în humus şi creşterea înglobării CO_2 în materia organică abundentă creată în primul rând de microorganisme.
12. Îmbunătățirea capacității de reținere a apei şi a volumului de pori, respectiv a raportului apă/aer.

13. Reconstrucția structurii şi a stabilității ei.
14. Creşterea RSD-ului – obținerea de plante sănătoase, de fructe sănătoase şi reducerea semnificativă a cantităților de produse de protecția plantelor.
15. Rădăcinile se dezvoltă bine şi profund, indiferent de doză.

Figura 381. **Compost concentrat obţinut cu ajutorul râmelor într-o formă vărsată, cernut prin sită de 2 mm.** Un asemenea material costă 1,50 Euro/kg la o achiziţie de 500 kg (**Sursa:** www.vermigrand.com)

O mare parte din aceste avantaje le întâlnim şi la alte supercomposturi. Avantajul de bază al acestuia este folosirea unui model real natural în realizarea lui economică. Pentru calitatea deosebită a acestor composturi, asemenea produse au fost incluse în mari proiecte ale UNESCO. Au fost construite cutii speciale pentru producerea compostului care pot fi amplasate inclusiv pe balcoanele blocurilor.

Cutiile pentru compostarea cu râme au dimensiuni de 60/60/45 cm şi sunt livrate cu râme (500 bucăți), info-film şi mod de întrebuinţare (figura 382).

Spre deosebire de nefericitele legi româneşti care te obligă să trimiți resturile alimentare şi de altă natură organică din nou la nefericitele gropi de gunoi ale oraşelor, urât mirositoare şi poluante, populația țărilor dezvoltate este încurajată să transforme resturile menajere în composturi de calitate cu care să-şi crească florile, iarba din grădină sau puținele legume pentru o autoaprovizionare cu calități de excepție a produselor din propria grădină sau de pe propriul balcon sau terasă.

Figura 382. **Imaginea unei cutii de compostare a resturilor alimentare dintr-o gospodărie sau apartament.** Acest proiect a fost catalogat de FAO ca proiectul decadei 2005-2014 (vezi şi figura 383)

Figura 383. **Logo-ul decadei educaţiei în dezvoltarea durabilă pentru perioada 2005-2014 acreditat de Comisia specifică a Comisiei austriece UNESCO**
(**Sursa:** www.grand.at/images/logo_dekadenprojekt_gr.jpg)

Asemenea proiecte puțin costisitoare au un efect extrem de ridicat în educația ecologică a populației şi în special a tinerilor, efecte mult mai credibile şi durabile decât etalarea de către un ministru sau un prim-ministru a plantării unui pom, sau a umplerii unui sac cu nisip (Vezi Emil Boc, 2010).

Pe de altă parte, în caz că în mod întâmplător în grădină apar dejecții animaliere infectate cu salmonella, o boală foarte periculoasă (enterită gravă) aplicarea compostului de râme ca şi a biovinului, sau alte preparate care conțin bacteriile denumite „sanitare" existente în compostul de *Eisenia foetida* reduc în 72 ore cu peste 98% populația de Salmonella (Klaus Valentin 2010).

Din aceleaşi motive compostul în cauză se aplică ca şi medicament păsărilor bolnave de salmonela. În decurs de câteva zile sănătatea acestora se reface. Toate aceste rezultate demonstrează că natura îşi crează modele pentru păstrarea corectă a echilibrelor după legi bine elaborate, infinit superioare celor sociale create de om, de societate. De aceea, dacă natura nu este agresată se descurcă mult mai bine fără om decât în prezența acestuia.

11.5.3.3. Îngrăşământ organic universal (IOU)

Necesitatea reducerii costurilor de transport, a celor de aplicare, dar şi lipsa unei agriculturi integrate în care zootehnia a ajuns o amintire, a dezvoltat în spațiul românesc unele inițiative ştiințifice finalizate cu succes în produse obținute din gunoiul de grajd, îndeosebi cel de pasăre care are la bază procese de concentrare şi eliminare a paraziților, nefavorabili omului, animalelor şi mediului.

ZAM organic[*] prezent pe piața românească este un concentrat de circa 1/10 al gunoiului de pasăre proaspăt. Concentrarea se obține din gunoiul de pasăre format din dejecții 50-70% şi aşternut pe paie 30-50% prin mărunțire şi expunere timp de 5-20 minute la o temperatură de 350-400^{o}C. Procedeul în sine conduce la distrugerea germenilor, dar şi la hidroliza celulozei şi hemicelulozei până la nivelul di-trizaharidelor, acestea din urmă constituind materialul energetic de bază al celor 70% substanțe organice. Restul este constituit din proteine brute şi aminoacizi (25-30%) azot tot în compuşi organici repede disponibili (3-5%), fosfor şi potasiu fiecare între 2,5 şi 4,5%, calciu 3.5%, magneziu 1,2-2,1%, fier 1,2-2% şi diverse microelemente (S, Cu, Zn, Ni, Mn, Na, B, Mo, Cr etc.). Produsul este neutru (pH = 6,8 - 7,2) iar raportul C:N este de 7 - 17, adică este convenabil unei degradări bune şi foarte bune de către microorganismele solului. Pe fond, lipsa microorganismelor din produs îl transformă pe acesta cu precădere într-un purtător de nutrienți, adică

[*] Materiale informative privind acest produs ne-au fost puse la dispoziție de reprezentanții organizației producătoare.

într-un îngrăşământ organic cu pregnante nuanţe nutritive. Din acest punct de vedere el ar putea fi considerat ca lipsit de bioactivare. Cu toate acestea, o dată ajuns în sol, conţinutul ridicat în material energetic uşor accesibil bacteriilor conduce la o înmulţire accelerată a acestora, însă numai în măsura în care ele există în sol. Nisipurile lipsite de microorganisme nu pot fi bioactivate de către IOU. Pentru asemenea soluri efectul de bioactivare se poate obţine numai prin amestecarea produsului cu composturi de plante sau cel produs de râme, sau pur şi simplu prin injectarea unor preparate bacteriene specifice, tip Bactofil. Produsul se poate aplica la absolut toate culturile de câmp în doză de 1 - 2 t/ha, preţul lui fiind de circa 120 euro/tonă.

Figura 384. **Îngrăşământ organic universal obţinut într-o întreprindere din România, pornind de la materie primă alcătuită din dejecţii de pasăre pe strat de paie în proporţie de 1/1. Doza recomandată: 1000 kg/ha, echivalentul a 15.000 kg gunoi de grajd, vită (vezi textul) (foto autor 8.09.2010)**

Până în prezent a fost aplicat predominant la culturile horticole (legume, vie, pomi) tocmai datorită faptului că este mai rentabil în condiţiile financiare dificile ale României anului 2010. Pentru detalii rugăm cititorul să consulte indicaţiile din prospectele firmei sau să ne contacteze pe noi.

Produsul va fi în curând granulat şi pregătit pentru aplicaţii cu utilajele moderne din dotarea marilor ferme. Consider acest gen de produse ca având un mare viitor în participarea la reconstrucţia ecologică a solurilor româneşti şi în stabilizarea nivelului producţiilor foarte variabile de la un an la altul din cauza neputinţei conservării structurii, a fluxurilor şi a apei în solurile agricole. Aceste produse uitate în spaţiul agricol românesc, poate şi din cauza dezinteresului local pentru transformarea ecologică şi intensivă a agriculturii au căpătat deja o mare pondere în agriculturile ţărilor preocupate de viitorul lor.

11.5.4. Bioactivarea solurilor cu preparate speciale

Am arătat mai sus că bioactivarea solului şi lansarea refacerii biologice a acestora se poate efectua în două situații:

1. Solul dispune de micro şi macroorganismele necesare refacerii biologice, dar nu dispune de factorii ecologici necesari creşterii rapide a populațiilor acestora în sol. Cei mai importanți factori în creşterea populațiilor solului sunt:

a) Materialul energetic – hidrații de carbon complecşi şi simpli, cu cât aceştia ajung în sol într-o formă mai simplă cu atât populația se înmulțeşte mai repede şi cu costuri energetice mai reduse.

b) Elementele nutritive. Azotul, în primul rând, dar şi P_2O_5, K_2O, Na şi microelementele. Este de dorit ca acestea să provină prin modelele naturale fără utilizarea produselor de sinteză.

c) Apa - optim 60 - 90 IUA.

d) Temperatura între 4 - 40^o, optim 18 - 24^{o}C.

e) Un raport apă/aer favorabil 50/50.

Activitatea reconstructivă a biologiei solului este influențată negativ de activitățile antropice cum ar fi:

- unele sortimente de pesticide,
- aplicări excesive de azot,
- poluările cu chimicale, petrol şi metale grele,
- lucrări nepotrivite ale solului,
- modificări climatice în creştere, eroziune, compactare etc.

2. Solul nu dispune de produse vii de bioactivare (bacterii, ciuperci, actinomicete, râme etc.). Este cazul solurilor scheletice, al nisipurilor şi al altor soluri degradate. În acest caz, înainte sau o dată cu implementarea produselor de bioactivare se inoculează solul (sau plantele) cu diverse preparate care conțin materialul biologic necesar reactivării solului. În acest sens sunt cunoscute patru grupe de produse, şi anume:

a) Inoculant pentru popularea solului cu bacterii (ex. Bactofil).

b) Inoculant pentru popularea solului cu ciuperci şi în acest caz avem în vedere îndeosebi formulări care conțin spori ale ciupercii endomicorize, aşa cum este Prof. Mycos utilizabil la > 90% din specii, sau ectomicorize, utilizabile la conifere în mod deosebit. Recent a apărut pe piață şi grupa de produse endomicorizate Mycosoil, într-un număr mare şi divers de formulări, care lărgesc gama posibilităților de aplicare şi la prețuri mai convenabile.

11.5.4.1. Câteva preparate specifice şi în spaţiul românesc: BACTOFIL 1 şi 2

Sunt două preparate înmulțite în laborator din celule bacteriene extrase din sol, selectate şi crescute pe medii specifice, după care sunt diluate şi ambalate la sticle de 1 litru. Fabricarea produsului se face în laboratoarele de la Babolna, dar distribuite de mai multe societăți, inclusiv elveţiene. În România el a apărut acum circa 5 ani, adică prin 2005, dar nu a avut o dezvoltare foarte mare din cauza dificultăților de păstrare şi a timpului relativ scurt de depozitare.

Bactofil 1 este destinat culturilor dicotile, iar Bactofil 2 monocotilelor. Formularea suspensiei nutritive conține 4,3 x 109 CFU*/ml (figura 385).

Figura 385. **Formulări lichide ale produsului Bactofil.** De remarcat că acest tip de formulare necesită depozitare în spaţii frigorifice la cel mult 8°C

Doza aplicabilă este 1 l/ha. Se aplică de regulă cu o maşină de stropit tip tratamente erbicide, prevăzută în spate cu un disc sau un cultivator încorporator.

Bacteriile care intră în componența preparatului sunt prezentate în figura 386.

* CFU/ml = 100.000 bacterii (celule)/ml (Colony Forming Unit).

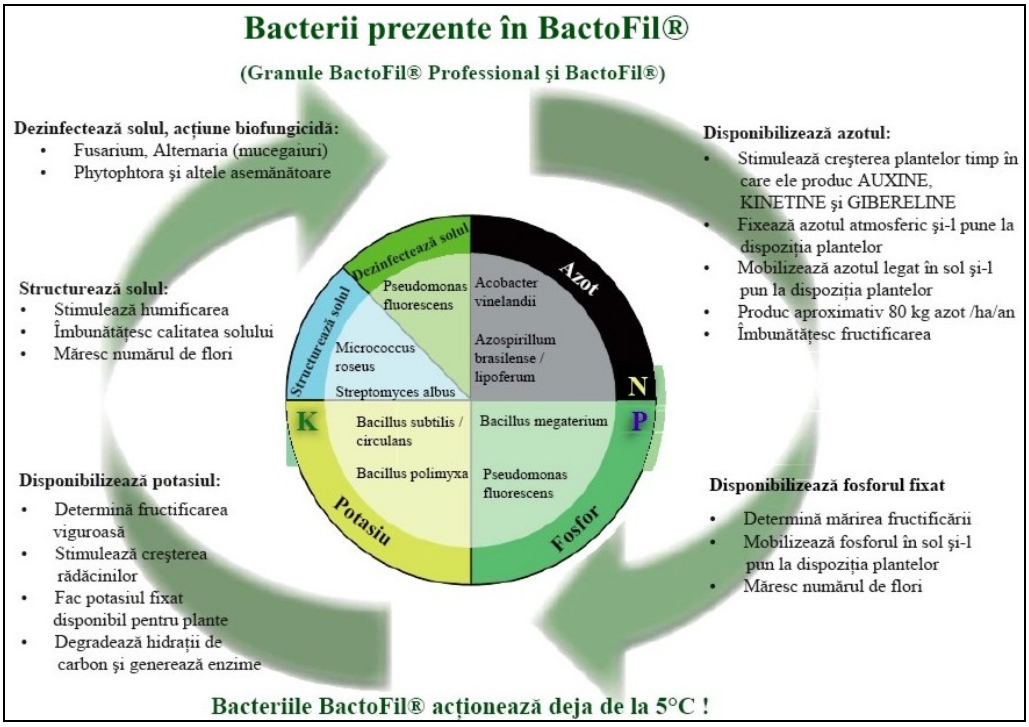


Figura 386. **Bacterii prezente în Bactofil** (**Sursa:** Producătorul)

Menţionăm că pentru bacteriile incluse în preparat există unele foarte importante cum ar fi *Azospirilium braziliense*, care în asociaţie cu grâul în anii favorabili poate fixa din aer până la 90 kg N, substituind în felul acesta azotul fixat industrial în procent de până la 50%. Alte bacterii precum *Bacillus megaterium* şi *Pseudomonas fluorescens* mobilizează fosforul din sol, ultima dintre ele deţinând şi importante funcţii de sanitar al solului. Altele precum speciile de *Bacillus subtilis* şi *Bacillus polimaxa* mobilizează potasiul imobil, cu toate avantajele acestuia pentru plantele de cultură.

Unele bacterii sau actinomicete precum *Streptomyces albus* şi *Micrococus rosens*, prin activitatea intensă de metabolizare a resturilor şi lansare a cantităţilor importante de lianţi organici participă la structurarea solului şi la îmbunătăţirea relaţiilor între plante/apă/aer în sol.

În ultimul timp, pentru evitarea dezavantajelor aduse de formularea lichidă au fost elaborate şi formulări solide, sub denumirea de **Bactofil solid,** care se depozitează însă la temperaturi de până la 20^{o}C pentru maximum 1,5 ani. Produsul se dizolvă şi apoi se aplică la fel cu cel lichid. Rezultatele

obținute cu acest preparat sunt diferite în funcție de starea ecologică, respectiv biologică a solului.

Autorul acestei lucrări a făcut personal determinări în două locații din sudul țării (Alexandria şi Călăraşi, respectiv Modelu). În sinteză, rezultatele au fost următoarele:

+2-3% la orz în condiții de secetă şi

+2,5 - 3,5% în condiții normale de vegetație,

+1,4 - 2,4% la grâu în condiții de secetă,

+2,6 - 2,9% în condiții normale de vegetație.

În aceste condiții sporurile de producție şi de aplicare nu acoperă costurile.

Cercetări efectuate în Spania de către Agro.bio.Spain (2008) arată că în condiții de irigații şi prin aplicarea prin irigație pe 24,5 ha s-a putut obține un spor de producție de 1000 kg/ha. Solul a fost însă unul scheletic cu o foarte slabă activitate biologică şi cu necesar de nutriție foarte mare (vezi tabelul 107).

Rezultate asemănătoare cu cele din Spania au putut fi obținute şi în alte zone în care solul a fost sărac în microorganisme. De regulă însă aplicarea singură a preparatului, fără un alt suport organic, energetic sau nutritiv este sortită eşecului chiar şi pe solurile sărace; căci, după cum se vede chiar în tabelul 107, varianta tratată a primit şi 20 kg/ha, material organic energizant şi nutritiv pentru dezvoltarea populației bacteriene şi manifestarea efectului pozitiv al acestora; chiar şi în condiții în care îngrăşarea minerală, mai ales cu azot de sinteză (varianta martor în zonă) a fost mare (800 kg/ha produse comerciale din care 60% N).

Preparatele de tip Bactofil – pentru că nu este singurul pe piață - îşi aduc contribuția numai în condițiile în care solul este lipsit de aceste microorganisme sau, dacă acestea există, sunt în cantități insuficiente. Ele nu vor lipsi niciodată pe solurile ecologizate cu un I_E >3, şi vor contribui la rândul lor la ecologizarea solurilor. Chiar şi pe solurile sărace în microorganisme, activitatea acestora nu se va putea manifesta decât în prezența unor substanțe de susținere, care să conțină material energizant (hidrocarburi) dar şi azot la începutul procesului de instalare şi funcționare a populației microbiene.

Produsele bacteriene pot fi însă cu succes aplicate în unele domenii de importanță strategică, cum ar fi:

– În accelerarea fenomenului de degradare a biomasei, indiferent dacă aceasta este vie sau moartă.

– În îmbunătățirea proceselor de compostare şi în obținerea unor composturi de calitate superioară.

– În stimularea activității microbiologice din reactoarele de obținere a biogazului.

În tratarea fostelor turbării pentru accelerarea procesului de degradare, formare acizi huminici şi humificare.

Tabelul 107

Rezultatele testului cu Bactofil efectuat în Spania în condiții de irigații la scară de producție

(Ferma Don Higinio Olevans – Sevilia – C. Agro-Bio-Spain, 2008)

Rezultate în zona martor 24,5 ha (v1)					**Rezultate obţinute cu Bactofil - 24,5 ha (v2)**			
Investiţii efectuate	**kg/ha**	**Preţ euro/kg/l**	**Costuri euro/ha**	**Costuri pentru întregul câmp**	**kg/ha**	**Preţ euro/kg/l**	**Costuri euro/ha**	**Costuri totale câmpul cu Bactofil**
Îngrăşămitne minerale (4 cercetări)	800	1,00	800,00	19.600,00	800,00	1,00	800,00	19.600,00
Bactofil	-	0,00	0,00	0,00	1	75,00	75,00	1837,50
Material organic	-	0,00	0,00	0,00	20	1,00	20,00	490,00
Investiţii totale			800,00	19.600,00			895,00	21.927,50
Recolta/câştig mediu iulie 2008	7000	0,2945	2061,47	50.506,05	8000	0,2945	2395,97	57.721,20
Comparaţii privind rezultate financiare (v2 - v1)							294,50	7215,5
Câştig net după deducerea costurilor			1261,47	30.906,05			1460,97	35.793,70
Diferenţa efectivă							199,50	4887,65
Potenţial pentru 120 ha întreaga fermă a clientului								**23.939,51**
Recapitulare: * 95 Euro/ha - investiţii suplimentare * 1000 kg/ha, recoltă grâu suplimentară = 199,50, mai mult câştig/ha. *Total pentru suprafaţa testată 24,5% = 4887,65 Euro * Potenţial de câştig pentru întreaga suprafaţă cu grâu a fermei (120 ha) = 23,939,51 Euro								

Pornind de la constatările mai sus prezentate ne-am gândit că unele preparate destinate ecologizării agriculturii pot, la rândul lor, fi îmbunătățite prin adaosul de inoculi bacterieni. De exemplu, Îngrăşământul Organic

Universal mai sus prezentat şi foarte bogat în zaharuri active (mono şi dizaharide) datorită sterilizării lui la temperaturi de peste 450°C, nu conține material biologic dar reprezintă un excelent mediu de nutriție pentru microorganisme. Aplicarea împreună a celor două preparate ar conduce cu siguranță la obținerea unui efect singeric în îmbunătățirea de natură ecologică a stării nutriționale a solurilor şi plantelor, a relațiilor dintre plante şi sol. Asemenea experiențe care să demonstreze ipoteza enunțată aici sunt cel puțin deocamdată în faza de primă experimentare în domeniul nostru de activitate de cercetare.

11.5.4.2. Combinația Biovin + Bactofil şi micoriză + Bactofil

Ca microorganisme rezultate din compostarea la 60°C, Biovinul conține întreg genul *Streptomyces* în cantități foarte mari, dar nu conține în suficientă măsură bacteriile din spectrul Bactofilului.

Combinarea şi aplicarea cel puțin în faza de început a Biovinului şi Bactofilului a condus la rezultate spectaculaose, cel puțin la următoarele culturi:

± 55% la cartof prin comparație cu varianța neîngrăşată (tabelul 108)

Tabelul 108

Efectul biopreparatelor Bactofil, micoriză şi Biovin asupra producției de cartof pe solul podzolic acid de la Avrig

(Media 2008-2009 (Cercetări autor) – sol amendat cu 5 t/ha $CaCO_3$)

Nr. variantă	Descrierea variantei	Producţia de cartof t/ha	Diferenţa faţă de mt1	%	
				raportat la mt1	raportat la mt2
1	mt1 netratat				
2	mt2 - 15 to gunoi de grajd + N40P40K60	12,4	mt	100	55
3	Micoriză endo 20 g/cuib	22,6	+ 10,2	182	100
4	Micoriză + Bactofil 1 l/ha	14,5	+ 2,1	117	64
5	mt2 + Bactofil 1 l/ha	16,2	+ 3,6	131	72
6	Biovin 1000 kg/ha	23,9	+ 11,5	192	106
7	Biovin + Bactofil 1 l/ha	17,4	+5,0	140	77
8	mt2 + Bactofil	19,2	+ 6,8	155	85

Pe solurile podzolice amendarea şi îngrăşarea organică aduc sporuri mari producţiei de cartof. În anii 2008 - 2009 au fost organizate la ferma proprie de la Avrig cercetări, în ideea de a înlocui gunoiul de grajd, o adevărată raritate în zonă în prezent, cu alte preparate biologice.

Ţinem să remarcăm că posibilitatea de substituire a gunoiului de grajd care conţine pe lângă nutrienţi material organic şi microorganisme, poate fi înlocuită cu succes cu combinaţia Biovin + Bactofil care în lipsa îngrăşămintelor minerale s-a apropiat foarte mult de mt2 (gunoi + îngrăşăminte chimice).

În aceste condiţii varianta 7 constituie şi o excelentă soluţie pentru nutriţia ecologică şi merită a fi urmărită în continuare, chiar dacă costurile sunt mai mari. În comparaţie cu martorul netratat, varianta 7 obţine şi o excelentă calitate a producţiei la soiul Laura. (figura 387)

Figura 387. **Cartof recoltat din varianta martor netratat (**dreapta **– 1 cuib) şi cartof recoltat din varianta Biovin + Bactofil (**stânga **– 1 cuib)** (din experienţa de la Avrig, 2008 – foto autor)

Rezultate asemănătoare s-au obţinut şi la numeroase legume: la tomate tratamemtul Biovin + Bactofil a dublat producţia de tomate la Brebu – Prahova în 2009 (figura 388) şi a mărit cu 67% producţia faţă de o variantă tratată cu guelle în doza de 20 t/ha, demonstrându-se în felul acesta efectul sinergic.

Figura 388. **Tomate obţinute din varianta netratată** (dreapta) **şi din varianta tratată cu Biovin + Bactofil** (stânga) (foto autor, 2009)

Figura 389. Stânga: **dovleac alimentar provenit din varianta tratată cu Biovin + Bactofil (15 kg greutate medie).** Dreapta: **Dovleac provenit din varianta tratată cu guelle (amestec porc + pasăre 20 t/ha) – greutate medie 9 kg**

Alte rezultate similare au fost obținute la ardei, vinete ca şi la planta meliferă *Phacellia*. La culturile mari de grâu şi orz, rezultatele nu s-au regăsit la aceleaşi niveluri, sporurile de producție nedepăşind 8 - 10% față de varianta netratată.

Urmare a acestor rezultate, amestecul respectiv a fost aplicat pe suprafeţe mari în judeţele Dâmboviţa şi Sibiu, cât şi în Prahova (vie + legume), Teleorman şi Călăraşi. Atât cercetarea cât şi extinderea în producţie va continua în anii următori prin folosirea şi a altor preparate biologice.

11.6. PREPARATE PENTRU MĂRIREA FIXĂRII BIOLOGICE A AZOTULUI LA LEGUMINOASE ŞI GRAMINEAE

Asemenea produse sunt cunoscute în practica agricolă sub denumirea de „NITRAGIN". El a fost sub aceeaşi denumire fabricat prima dată în America (SUA), pe atunci cea mai mare cultivatoare de soia, şi a fost obţinut prin separarea, selectarea şi înmulţirea pe medii de nutriţie a diferitelor specii de *Rhizobium*, specifice fiecărei culturi. Din America preparatele bacteriene pentru tratamentul seminţelor în vederea creşterii cantităţilor de azot fixat s-au extins în alte două mari ţări cultivatoare de cereale şi leguminoase (îndeosebi grâu şi soia).

În România produsele inoculante au fost cu mult mai folosite în vremurile comuniste când se cultivau până la 500.000 ha de soia decât astăzi când agricultura a fost complet neglijată. Acum în 2010, asemenea tratamente sunt practic dispărute din tehnologiile agricole.

În practica internaţională există patru categorii de produse, şi anume:

Produse marca „Nitragin" care conţin bacterii simbiotice specifice diferitelor specii. De exemplu „Nitragin soia" conţine bacteria *Bradyrhizobium Japonicum*, iar pentru celelalte specii de leguminoase, diferite tipuri de *Rhizobium*.

Dintre produsele foarte răspândite în lume sunt cele care aparţin programului argentinian actual de inoculare denumit „Nitragin Argentina". Cele mai răspândite şi cunoscute produse din această gamă sunt cele ale produsului Nitragin Optimize Power cu două variante:

– Nitragin Optimize, care se aplică în doză de 150 ml la 50 kg seminţe soia, adică 3 l produs la 1 tonă sămânţă soia.

– Nitragin Power - care se aplică în doză de 1400 ml, 1,4 litri la 1 tonă sămânţă.

Concentraţia bacteriană este astfel alcătuită încât pe fiecare sămânţă de soia să ajungă minimum 500-600 bacterii. Nitrogen Power conţine de asemenea şi factori LCO* (factori suplimentari de nodulare şi favorizare a creşterii), şi anume:

- creşterea suplimentară a nodulaţiei

* LCO (Lipo-Chitooligosacharide) Promoter Technology – un nou sistem tehnologic de favorizare a formării nodozităţilor şi creşterii plantelor.

- creşterea stării de fertilitate a terenului
- creşterea nivelului de producţie
- creşterea calităţii producţiei şi îndeosebi a conţinutului în proteine,
- creşterea masei vegetative.

Campania de cercetare a fost efectuată de către cercetătorii programului Nitragin Argentina (Fabricios Gasson şi colab, 2009 în perioada 2008-2009).

Dacă Nitrogen Optimize oferă prin tratamentul său un spor de producţie de 187 kg (7%), Nitrogin Optimize Power, cel care a încorporat programul LCO pe bază de energizanţi din categoria Lipo-Chitooligasacharide ridică nivelul recoltei cu încă 4%, adică 11% (279 kg/ha) – vezi şi figura 390. Efectul LCO este prezentat în figura 391.

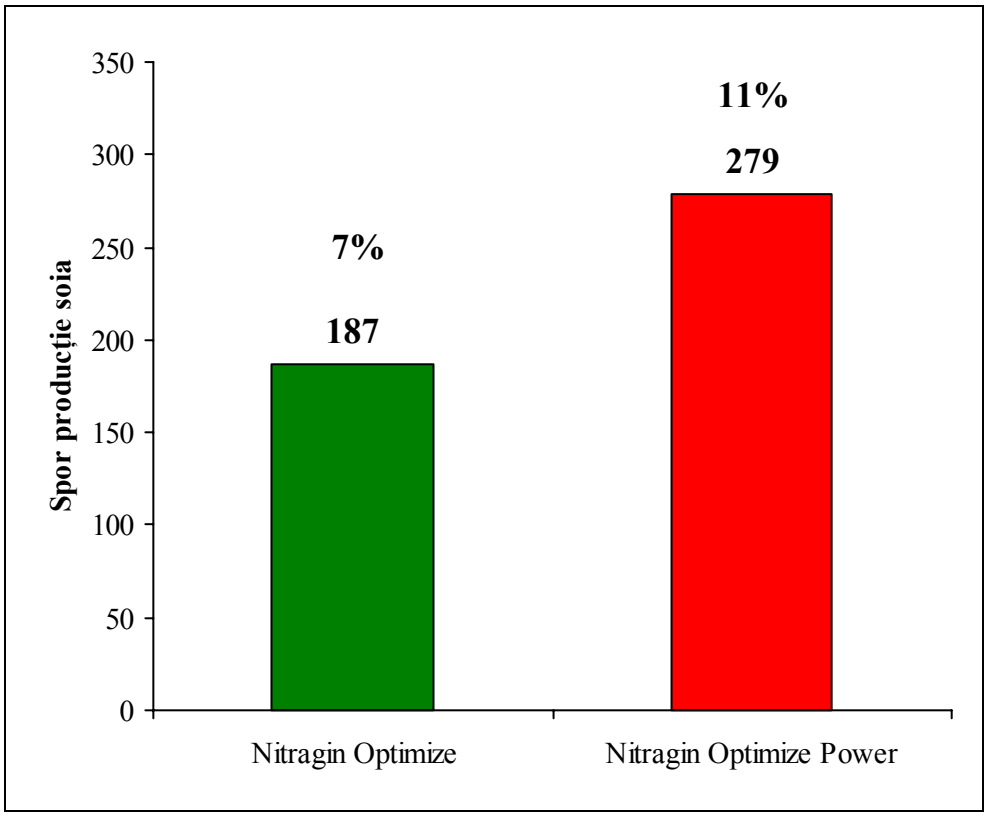


Figura 390. **Sporul de producţie obţinut cu Nitragin Optimize şi Nitragin Optimize Power numără 2 ani de cercetare în 10 localităţi din Argentina (Buenos Aires, Santa Fe – Coroloba – 2008-2009** (**Sursa:** www.fyo.com 12 Sept. 2010. www.illegandosa.com)

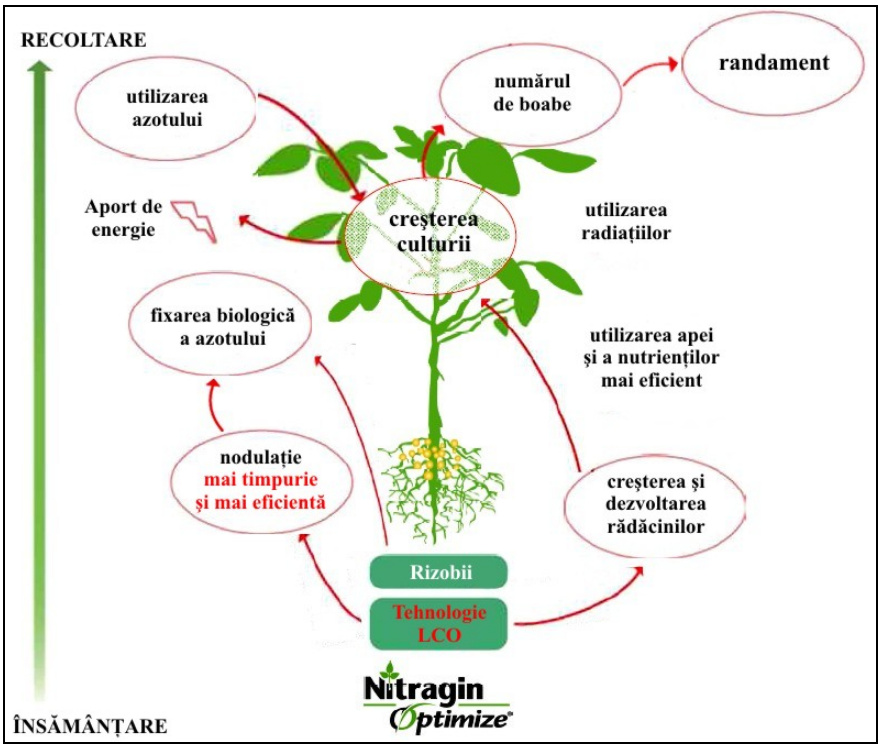


Figura 391. **Comportamentul Nitraginului în prezenţa LCO (efecte) (Sursa:** BASF 2009 şi www.agrositio.com 2010)

Oricum, atât în America de Sud cât şi în cea de Nord procedeul este larg răspândit.

Dacă recapitulăm ce am afirmat mai sus atunci Nitraginul activat LCO ajută la:

- o nodulaţie mai timpurie şi mai eficientă;
- o creştere şi dezvoltare mai susţinută şi semnificativă a rădăcinilor (vezi şi figura 392);
- o cantitate mai mare de azot fixat;
- o utilizare mai bună a apei şi a elementelor nutritive;
- un aport suplimentar de energie şi o utilizare mai ridicată a radiaţiilor primite;
- o utilizare fără pierderi a azotului;
- creşterea numărului şi greutăţii boabelor şi în final a recoltelor (vezi şi figura 393) şi figura 392.

Aceeaşi literatură citată demonstrează şi sporuri de producţie ce ajung până la 35% şi care se corelează cu cantitatea de azot fixat simbiotic.

Figura 392. **Prezenţa LCO creşte semnificativ masa vegetativă a plantelor din soia (-5 - 9%, respectiv 4-6% masa uscată suplimentară în primele 10 zile după germinaţie, procent care se menţine până la recoltare.** Recolta suplimentară poate depăşi 10% **(Sursa:** BASF 2009)

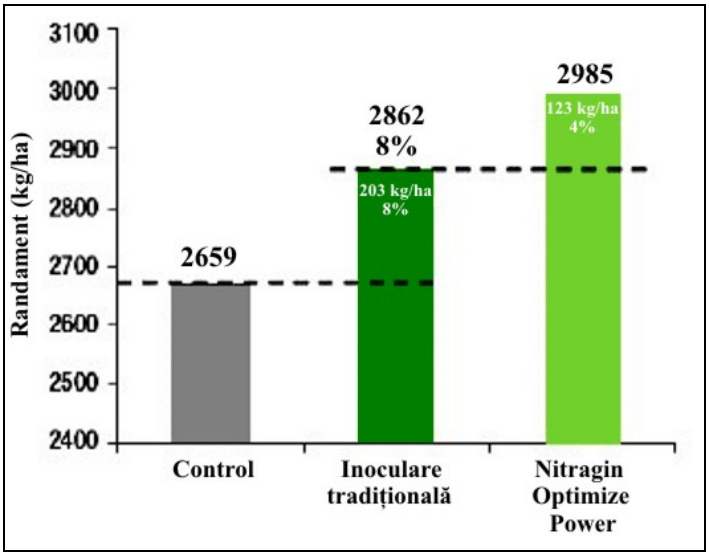


Figura 393. **Efectul inoculării tradiţionale şi a celei însoţite de LCO* asupra producţiei de soia boabe în Argentina (2009- 2010).** Media a peste 60 cercetări efectuate în toată zona cultivatoare de soia (**Sursa:** www.agrositio.com 2010)

* Este necesar să precizăm că LCO =[Lipo-chitooligosaccharidae] Promoter Technology. Vezi şi figura 391.

Aceste cercetări devansează cu mult pe cele efectuate în România şi unde sporurile se cantonează în spaţiul 3-4% şi demonstrează în acelaşi timp că există rezerve importante pentru substituţia nutriţiei cu azot, economisirea de energie şi obţinerea printr-o metodă naturală a unor producţii mari, constante şi de bună calitate, premiză pentru o creştere a parametrilor alimentari ai omenirii.

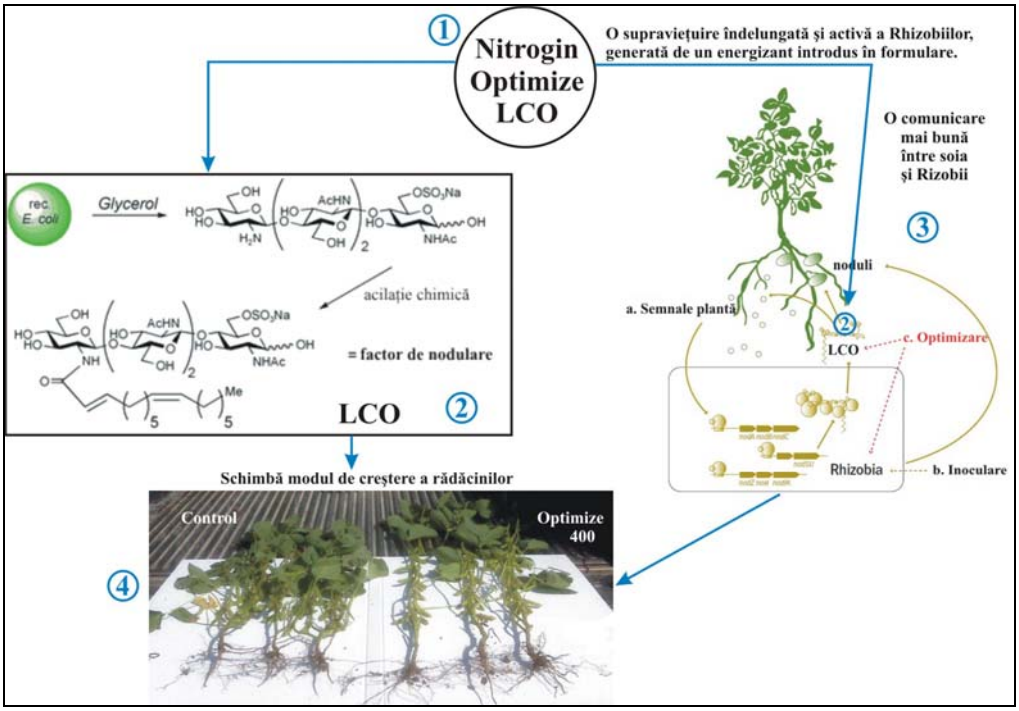


Figura 394. **LCO PT se află deja în formularea Nitragin Optimize. O dată aplicată cu sămânţa, molecula schimbă procesul natural de creştere şi permite plantelor culturi de soia să-şi optimizeze potenţialul genetic şi să-şi maximizeze performanţele de-a lungul întregului sezon (Sursa:** prelucrare după autorii mai sus prezentaţi). 1 = Nitragin-ul Optimize formulat conţine molecula 2 obţinută natural din E-coli şi glicerol, ca urmare a unui proces chimic (3). La semnalul plantelor de soia Rhizobium din sol sau din Optimize, Nitragin este atrasă de planta gazdă. Acolo intervin şi LCO (2) şi optimizează atât fixarea azotului cât şi morfofiziologia rădăcinilor (4). Întreaga cultură se dezvoltă mai suplu, formează un număr mai mare de componenţi de producţie şi creşte randamentul producţiei (10-15%) şi a calităţii ei

11.6.1. Preparate pe bază de Azospirillum brasiliense la culturi de cereale

A doua categorie de produse biologice destinate fixării azotului provine din sistemul de fixare asociativă. În acest sens, pentru majoritatea cerealelor dar şi pentru porumb, atât în America de Nord cât şi în cea de Sud este utilizat un preparat bacterian care pleacă de la bacteria asociativă *Azospirillum brasiliense*, nebăgată în seamă în România şi puțin utilizată în Europa, pe care am prezentat-o în detaliu la capitolul *Solul*, cât şi în lucrarea noastră *Probleme de ecologia solului*, 2008.

Produsul obținut se numeşte **NITRAGIN BONUS** şi este folosit atât la cerealele păioase cât şi la porumb. Acțiunea produsului este rezumată astfel:

– Aduce o cantitate importantă de azot în sistemul de nutriție al plantelor (după calculele noastre între 40-90 kg N/ha).

– Provoacă modificări fenologice importante rădăcinii (acestea cresc cu circa 30-40%)

– Utilizează mai eficient resursele de sol (apă, nutrienți etc.).

– Stimulează activitatea rizosferică, inclusiv micorizele (vezi şi figura 395 pentru porumb).

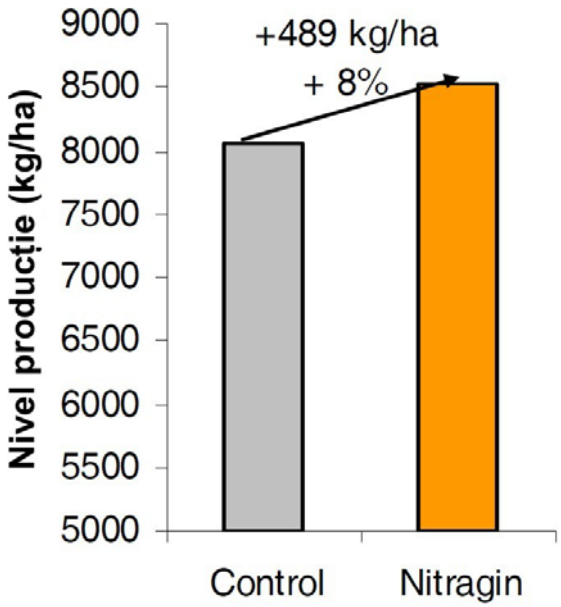


Figura 395. **Sporul de producţie obţinut în ultima campanie de cercetări prin inocularea seminţelor de porumb cu Nitragin Bonus ca o medie în 40 centre de cercetare în Argentina** (**Sursa:** www.clonadosa.com , 2010)

Majoritatea cercetărilor efectuate în Argentina în perioada 2002-2009 (197 la număr) au condus la o creştere a producţiei de porumb între 4,4% şi 8,0% cu o medie de 6,9%. În condiţii de soluri mai sărace răspunsul culturii la tratamentele cu *Azospirillum brasiliense*, se ridică la 8%, adică aproape 500 kg/ha (figura 396).

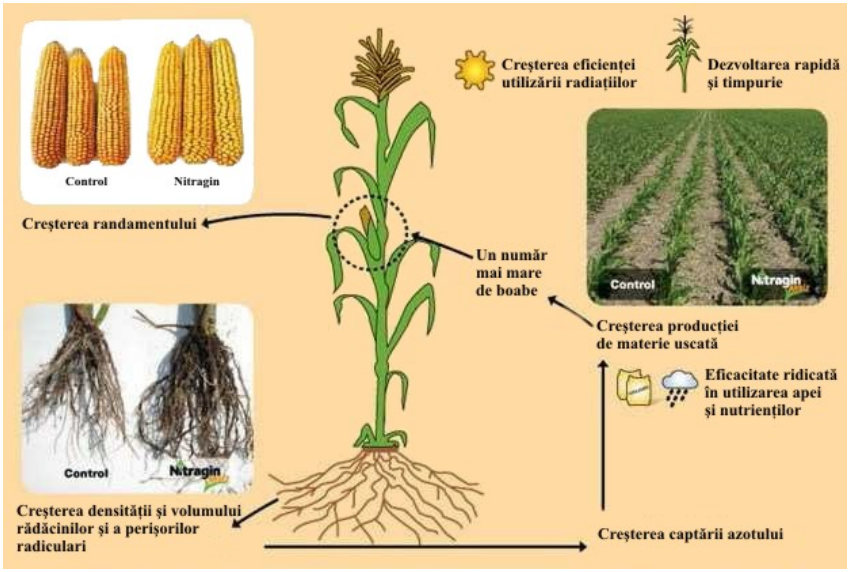


Figura 396. **Efecte observate la plantele de porumb ca urmare a efectuării tratamentelor cu Nitragin Bonus (*Azospirillum brasiliense*)** (**Sursa:** www.clonadosa.com, 2009)

Consumul în azot al principalelor culturi care fac obiectul acestor studii în Argentina este următorul:

- porumb 25 kg/ha/t;
- grâu 30 kg/ha/t;
- soia 80 kg/ha/to.

Dacă revenim la figura 395, rezultă că cele 500 kg porumb în plus obţinute au adus în sol 500 × 0,25 = 12,5 kg azot, adică 12,5 Euro/ha în plus faţă de martorul tratat după metoda clasică, ceea ce la miile de hectare din fiecare fermă conduce la zeci de mii de euro venituri suplimentare.

În cazul grâului, în ciclul de experimente 2002-2004 s-au efectuat cercetări în 211 locaţii distribuite în toată ţara. Atât componentele care formează producţia cât şi sporurile de producţie ce se obţin cu inoculatul pe bază de *Azospirillum brasiliense* în 80% din cazuri au adus un spor de producţie care a depăşit 11% în comparaţie cu martorul netratat (figura 397).

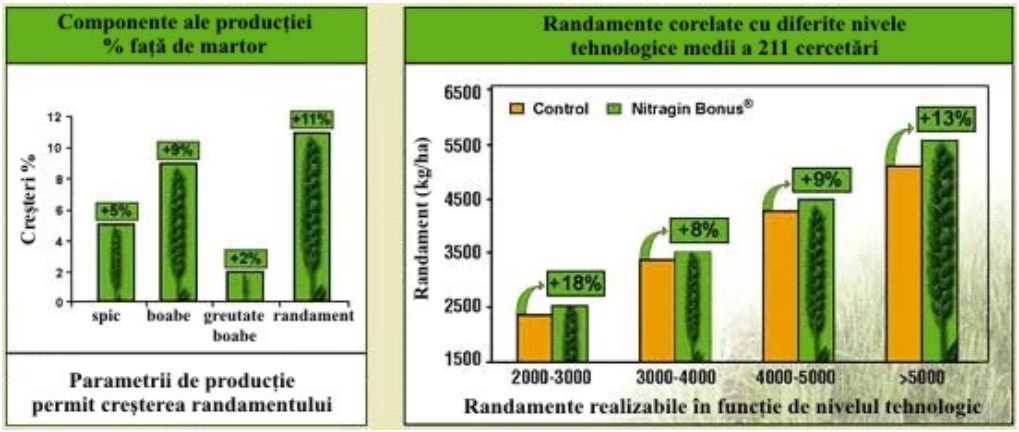


Figura 397. **Rezultatele obţinute asupra componentelor şi a producţiei de grâu în Argentina prin inoculare de Nitragin Bonus (*Azospirillum brasiliense*)**

Efectul preparatului asupra principalelor componente de producție este prezentat într-un grafic detaliat în figura 398. De remarcat că o creştere spectuaculoasă s-a înregistrat în zona rădăcinilor ± 25%, care a susținut o creştere foarte semnificativă a biomasei aeriene ± 15%, şi în final a randamentului ± 13%. Efectul inoculatului este deja vizibil la 25 de zile de la însămânțarea plantelor (figura 399).

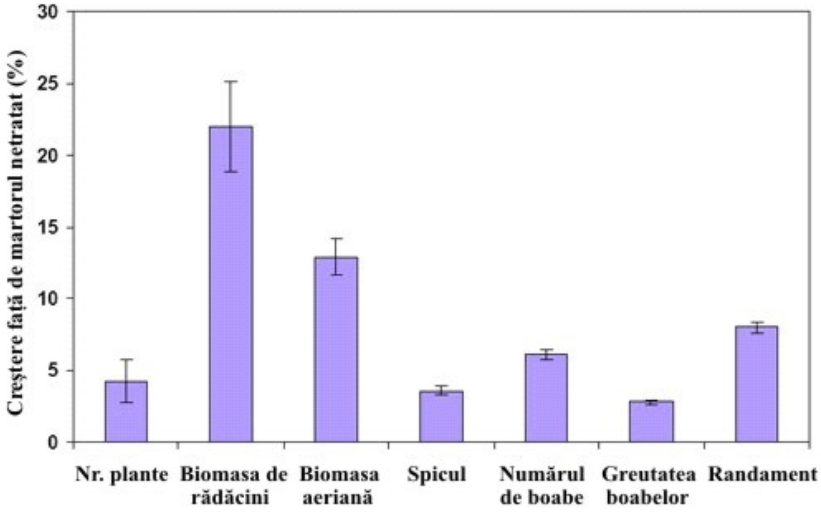


Figura 398. **Creşterea procentuală în comparaţie cu martorul netratat a diferitelor componente de producţie şi a randamentului la grâul inoculat cu *Azospirillum brasiliense* (Nitragin Bonus) în Argentina.** Media a 297 experienţe – 2008 (**Sursa:** Departamentul tehnic Nitragin Bonus – 2009)

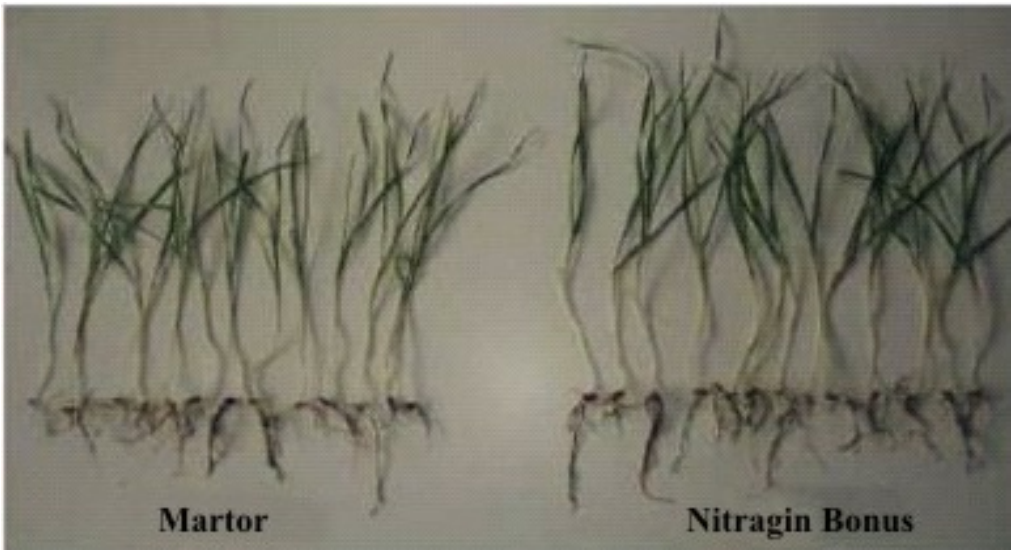


Figura 399. **Plante de grâu (soiul Nidera Baguette 13) în San Jeronimo (Santa Fe) la 25 de zile de la însămânţare în varianta martor (stânga) şi în varianta tratată cu Nitragin Bonus** (**Sursa:** Departamentul tehnic Nitragin Bonus – 2009)

Asemenea rezultate, foarte numeroase, validate statistic demonstrează că în 297 de locații s-a putut obține în medie un plus de 600 kg grâu/ha numai datorită acestei bacterii asociative. Calculele indică o fixare eficace de $0{,}6 \times 30^{*} =$ 18 euro/ha, adică mai mare cu circa 44% decât în cazul porumbului. Să nu uităm că peste 60% din azotul fixat este de regulă pierdut prin nitrificare sau amonificare, sau pur şi simplu este fixat în sol sub formă de acizi huminici.

Cantitatea crescută de biomasă radiculară şi aeriană oferă un volum de lucru sporit miroorganismelor care descompun materia organică, ca şi celor care o recompun prin heteropolicondensare în acizi huminici. Solul se îmbunătăţeşte şi cu el şi toate însuşirile lui fizice şi biochimice.

Preparatul consacrat Nitragin Bonus este un inoculat sub formă lichidă pus la punct de BASF. El conține 1×10^{9} bacterii/g/lichid sau 1×10^{9} bacterii/ml și o perioadă de garanție de peste 6 luni. Tratamentul se face în mod normal, ca la orice preparat de acest gen, cu cel mult 24 de ore înainte de semănat în doză de 1000 ml kg semințe. Fiecare sămânță de grâu va primi peste 25.000 bacterii. Se lucrează ferit de razele soarelui, care pot distruge un număr mare de bacterii.

---

[*] 30 Kg/N/tonă grâu consum; 1 kg N.S.A. = 1 euro în Argentina

c) Alte preparate bacteriene cunoscute sunt amestecuri între specia *Bradyrhizobium Japonicum* şi *Azospirillum brasiliense.* Aceste preparate sunt mai puțin utilizate. Ele au însă avantajul că pot fi aplicate oricăruia dintre parteneri (leguminoasă sau gramineae). De regulă însă ele îşi găsesc aplicația la înființarea păşunilor şi fânețelor mixte, alcătuite din amestecuri de gramineae şi leguminoase conducând la obținerea unor furaje în cantități mari şi de excelentă calitate.

d) În cazuri specifice, preparatele bacteriene pot fi amestecate în formulare cu anumite mijloace de protecția plantelor şi îndeosebi cu fungicide pentru a putea să fie controlate concomitent şi unele boli care apar la începutul perioadei de vegetație. Cercetările arată că aceste preparate pot aduce încă 4 - 5% supliment de producție în cazul culturii de soia şi a altor leguminoase pentru boabe şi furaj.

11.6.2. Nitragin la cultura de lucernă şi alte leguminoase

În spațiul românesc în revista *Ferma* nr. 9 (2007) apare un articol semnat de Dragomir Nicoleta despre fixarea azotului atmosferic şi a utilizării Nitraginului pentru optimizarea fixării. Deoarece în literatura noastră apar puține publicații pe această temă ne vom folosi de datele de mai sus pentru a face următoarele precizări:

Cantitatea de azot biologic produs de plante leguminoase este foarte mare (tabelul 109).

Tabelul 109

Cantitatea de azot biologic fixată de diverse specii de leguminoase
(Dragomir Nicoleta, 2007)

Specii de leguminoase	Cantitatea de azot biologic rămasă în sol (kg/ha/an)
Specii de leguminoase anuale	
Soia	150 - 200
Mazărea	120 - 200
Măzărichea	80 - 150
Fasolea	160 - 180
Lupinul	140 - 160
Specii de leguminoase perene	
Lucerna	200 - 400
Trifoiul roşu	150 - 200
Trifoiul alb	200 - 300
Sparceta	200 - 250
Ghizdeiul	150 - 220

Rezultatele din tabel sunt extrem de valoroase, însă titlul tabelului nu corespunde cu titlul coloanei. Noi putem fi de acord că plantele leguminoase afişate în tabel fixează această cantitate, dar nu suntem de acord că acest azot rămâne în sol anual. Avem date din care reiese că o producţie de soia de 2 to extrage din sol 160 kg N/ha, şi atunci mai rămân în sol doar 40 kg, plus ceea ce vine din degradarea resturilor. Acelaşi lucru este valabil şi în cazul celorlalte leguminoase. Importantă este forma sub care rămâne azotul în sol. Este preferabil ca el să rămână în formă organică şi să fie cedat treptat pe măsura creşterii consumului plantelor postmergătoare.

Preparate bacteriene au fost obţinute de cercetarea românească de multă vreme şi aplicate mai ales la cultura de soia, mai rar la mazăre şi, fireşte şi mai rar, la lucernă şi alte specii de leguminaose furajere. Suprafeţele mici care se cultivă cu plante furajere, ca şi suprafeţele şi mai mici care se inoculează fac necesară producerea în laboratoare a acestora. În ţări ca Argentina, Brazilia, SUA, Canada, ele se aplică prin produse mult mai elaborate decât cele din România, selecţia suşelor bacteriene efectuându-se în permanenţă în laboratoare. Cercetările efectuate în ţara noastră de Dragomir N. (2007) la lucernă (nu ni se comunică perioada şi anul) este prezentată în tabelul 110.

Tabelul 110

Influenţa inoculării bactenierne a lucernei cu *R. meliloti*, înainte de semănat, asupra producţiei de masă verde (Dragomir N., 2007)

Varianta de cultivare a lucernei	Ani de producţie								Media anilor	
	I		II		III		IV			
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
Lucernă nebacterizată	26	100	39	100	32	100	28	100	31	100
Lucernă bacterizată	38	146	48	123	38	119	32	114	39	126

Datele din tabelul 110 demonstrează o eficacitate foarte ridicată a bacterizării în anul I, după care eficienţa acesteia scade de la 46% (an I la 14% în anul IV). Sporul mediu pe cei 4 ani a fost de 26%, adică 8 t/ha masă verde, o creştere care demonstrează convingător eficienţa preparatului.

Din punct de vedere calitativ, conţinutul de proteină din lucernă este cu 3,66%, mai mare în varianta inoculată, care combinată şi cu sporul cantitativ de producţie conduce la o recoltă de proteină de aproape 2 t/ha, adică peste 42% mai mult decât în varianta neinoculată (tabelul 111).

Tabelul 111

Influența inoculării bacteriene a lucernei cu *R. meliloti*, Asupra conținutului de proteină brută (Dragomir N., 2007)

Varianta de cultivare a lucernei	Conţinutul de proteină brută		Cantitatea medie de proteină brută	
	%	Spor de creştere (%)	kg/ha	Spor de creştere (%)
Lucernă nebacterizată	21,76	100	1414	100
Lucernă bacterizată	25,42	117	1982	142

Ceea ce nu cunoaştem din cercetarea mai sus prezentată este o eventuală prezență a speciei de *Rhizobium Meliloti* deja în sol sau nu. Activarea celor mai dezvoltate bacterii din sol, dar şi din inocul poate fi de asemenea realizată, optimizată prin programul LCO.PT sau prin alți stimulatori ai activității biologice a solului cum este biovinul prezentat deja mai sus sau prin diferite amestecuri de aminoacizi, vitamine şi zaharuri solubile.

Programul Nitragin Argentina tip LCO.PT a fost utilizat în această țară şi în cazul lucernei. menționăm că în Argentina lucerna se cultivă pe circa 4% din suprafața agricolă, şi solurile nu conțin Rhizobia fixatoare. Din aceste motive, inocularea este foarte necesară. Specia selectată şi inoculată se mai numeşte şi *Sinorhizobium meliloti*.

Rezultatele publicate în aceste condiții indică creşteri spectaculoase ale producțiilor de masă verde şi chiar şi comparativ cu Nitragenul clasic.

Introducerea programului LCO.PT în cazul lucernei a adus un spor în plus de 652 kg (media pe 2 ani şi 40kg/colet) adică 10%, ceea ce denotă o capacitate a acestei țări de a spori corelativ producția animalieră.

În acelaşi timp, conținutul în poteină a crescut cu 2% iar indicele nutritiv a crescut şi el de la 109 la 116. Asemenea rezultate ar putea fi obținute şi în România dacă ar exista un minimum de interes pentru agricultură şi unul specific pentru zootehnia românească. Producțiile de lucernă ar putea uşor să crească la 6-7 t/an cu o medie de 1200 kg proteină/ha, ceea ce ar conduce semnificativ la dezvoltarea zootehniei dar şi a indicelui de ecologizare a solurilor.

Într-un subcapitol anterior arătam că speciile de *Bacillus* şi *Pseudomonas* participă efectiv la solubilizarea fosforului imobilizat în sol şi la creşterea volumului rădăcinilor ca şi a greutății biomasei în ansamblu.

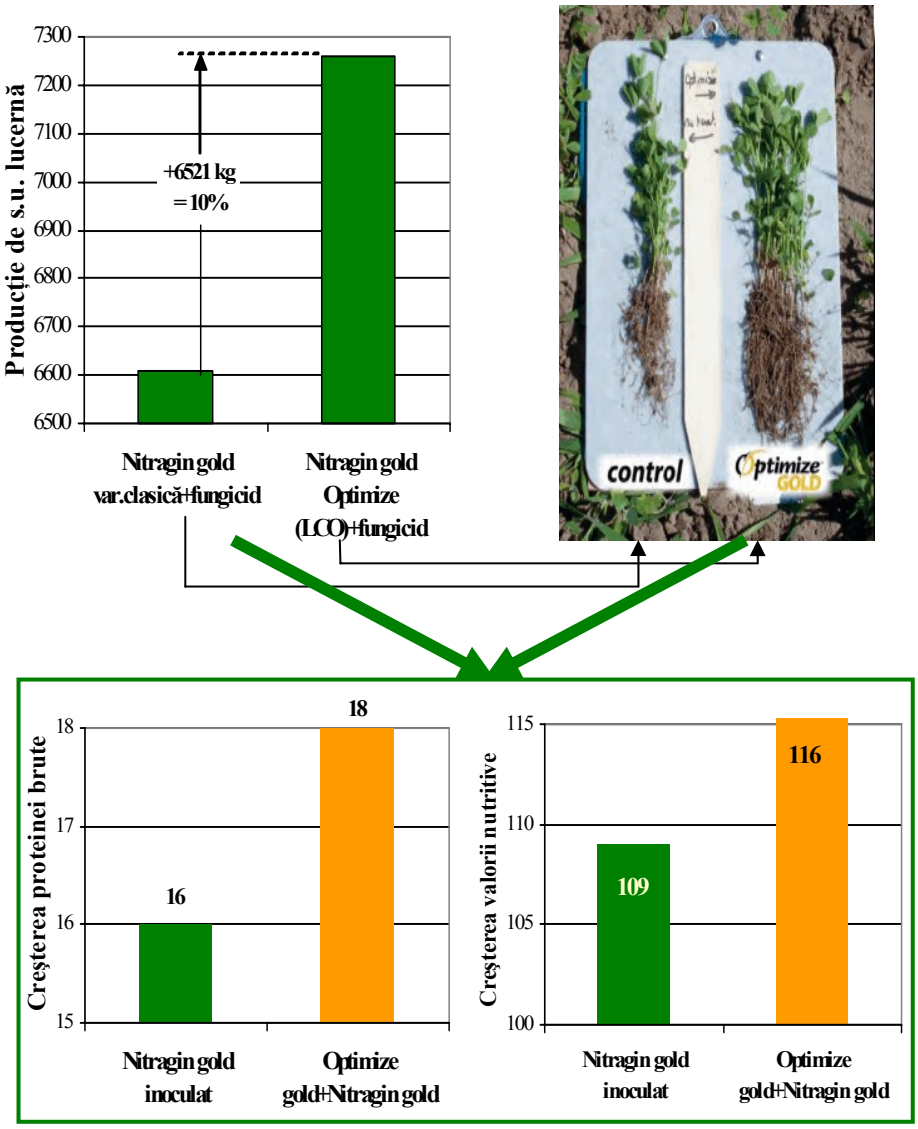


Figura 400. **Creşterea producţiei de lucernă şi a calităţii ei prin utilizarea sistemului LCO PT în Argentina** (Prelucrare autor după surse din Departamentul Nitragin Argentina)

Un grup de cercetători de la diferite universităţi din Argentina a avut ideea efectuării unor cercetări în care, alături de *Sinorhizobium meliloti* să adauge specii de *Pseudomonas* şi *Bacillus* (Guinaza şi colab., 2010). A avut loc totodată şi o riguroasă selecţie a diferitelor şi numeroaselor suşe testate. Rezultatele acestor cercetări sunt prezentate în tabelul 112.

Tabelul 112

Efectul incoulării singulare şi mixte cu specii de *Bacillus, Pseudomonas* şi *Sinorhizobium meliloti* – B999 asupra greutăţii rădăcinilor, tulpinilor ca şi a lungimii rădăcinilor şi conţinutul în azot a biomasei aeriene la lucernă (**Sursa:** Biofertil Soils (2010) 46:185-190)

Tratament	Greutate rădăcină uscată (mg)	Greutate uscată mlădiţă (mg)	Lungime rădăcină (cm)	Parte din suprafaţa rădăcinii (cm^3)	N mlădiţă
Control neinoculat	1,80a	2,03a	3,61a	0,16a	41,9ab
Control neinoculat + N	1,51a	3,01a	3,38a	0,18a	46,2b
Bacillus spp.	2,18a	2,53a	3,49a	0,28b	41,5a
Pseudomonas spp.	1,64a	2,24a	3,53a	0,25b	41,9ab
S. meliloti B399	1,59a	3,94b	3,56a	0,32b	45,6b
S. meliloti B399 + Bacillus spp.	3,15b	4,18b	4,56b	0,44c	49,6c
S. meliloti B399 + Pseudomonas spp.	3,69b	4,58b	4,83b	0,64d	42,7ab

Literele diferite în cadrul aceleiaşi coloane indică diferenţe semnificative conform cu testul DGC ($P < 0,05$).

Rezultatele obţinute au demonstrat că, cu o inoculare formată din *S. meliloti* B999 şi *Bacillus spp.* fixează cea mai mare cantitate de azot în materialul furajer şi oferă parametri excelenţi cu mult superiori nutriţiei cu azot mineral pentru greutatea rădăcinilor, a tulpinilor ca şi pentru suprafţa ocupată de rădăcini în sol precum şi o lungime mai mare. Această combinaţie este recomandată de autori pentru crearea unui nou produs care în egală măsură să aducă un echilibru nutriţional culturii şi să evite eventualele spălări de azot.

Parametrii la fel de buni pentru dezvoltarea rădăcinilor şi a tulpinilor oferă şi coinocularea dintre *S. meliloti* şi *Pseudomonas spp*, cu precizarea că este puţin mai mică cantitatea de azot fixat.

Cercetările fiind de dată foarte recentă este clar că vor servi la crearea unor noi formulări tip LCO-PT. În procesul de solubilizare a fosforului, fiind implicate fenomene genetice cum ar fi accelerarea PCR, nu ne îndoim că viitorul ne va oferi în continuare noi modele naturale care să elimine în totalitate nutriţia ecologic periculoasă cu nutrienţi de sinteză, şi să se realizeze o mare reducere a costurilor de producţie în agricultura primară şi de conservare eficace a resurselor naturale, ceea ce corespunde unei intensificări pe modele naturale şi în deplin respect faţă de natură a noii agriculturi moderne în construcţie în aceste zile.

11.7. PREPARATE PENTRU MICORIZAREA PLANTELOR ŞI A SOLULUI

Atât în capitolul *Solul,* cât şi în lucrarea noastră *Probleme de ecologia solului* (2008) este atent prezentată micoriza ca simbioză între unele ciuperci ale solului şi rădăcinile acestora. Această simbioză a fost denumită de Marcel von der Heijde „o minune a naturii". Asemenea minuni s-au dovedit a fi foarte numeroase, iar sarcina noastră de cercetători este de a aduce aceste „modele" naturale în zona ecosistemelor agricole.

Micorizarea reprezintă procesul prin care micoriza este transferată în sol, cât mai aproape de zona rădăcinilor pentru a se realiza contactul, la început parazitismul şi apoi simbioza, care aduce avantajele nenumărate pe care le-am prezentat anterior.

Dacă ciupercile care fac obiectul micorizei se află în sol, micorizarea nu este neapărat necesară. Necesară este ecologizarea solului care permite mai uşor realizarea acelor condiţii în care inocularea şi dezvoltarea micorizei să se realizeze în optim din sol în laboratoare şi apoi aduse în diferite formulări. În acest sens distingem:

a) Formulări sub formă de suspensii de sporuri de ciuperci endo sau ectomicoritice. Asemenea suspensii realizate îndeosebi în Franța, în Elveția, iar recent în Austria şi Germania sunt specifice în special ectomicorizelor, despre care vorbim în continuare.

Societatea Robin în colaborare cu INRA a elaborat numeroase tehnologii de selecție şi obținere a unor suşe foarte viguroase de ectomicorize utilizate mai ales în pepinierele forestiere cât şi în cele pomicole. Schema de producere a micorizei plantelor este următoarea:

Parteneriatul dintre pepinierele Robin şi Institutul de Cercetări Naționale pentru Agricultură (INRA) din Franța a condus la rezultate spectaculoase mai ales în domeniul forestier, pomicol şi viticol. Pepinierele livrează material micorizat de înaltă calitate pentru 25% din teritoriul Franței.

Laccaria bicolor este, de asemenea, o ectomicoriză destinată micorizării arborilor cultivați pe solurile acide sau decarbonate. *Laccaria bicolor* poate face obiectul micorizării următorilor arbori:

- *Fagus sylvatica;*
- *Quercus borealis;*
- *Quercus sessiflora;*
- *Cedrus atlantica;*
- *Larix decidua;*

– *Pinus laricio;*
– *Pinus nigra austriaca;*
– *Pinus pinea.*

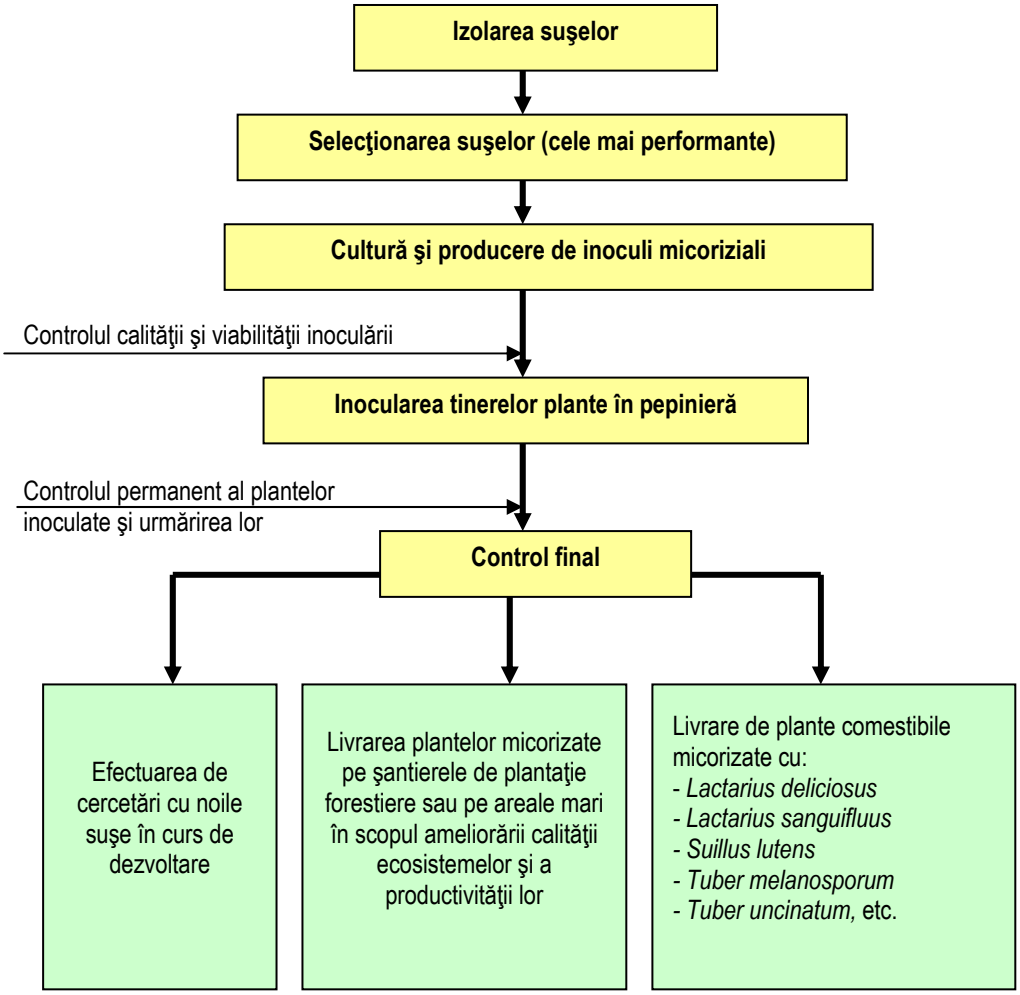


Figura 401. **Schema producerii şi micorizării arborilor şi pomilor în pepiniere** (după Robin,1918) (vezi şi figura 402)

Prin micorizarea cu *Laccaria bicolor* supravieţuirea puieţilor de pin din pepinieră a crescut de la 48% la 98%, iar biomasa juvenilă (tânără) a crescut în înălţime de la 5,06 cm la 9,23 cm (teste făcute pe 100 puieţi).

Fructificații de *Suillus collinitus* pe pin (ectomicoriza)

Fructificații de specia *Rhizopogon rubescens* pe pinul negru

Figura 402. **Ectomizarea controlată a diferitelor ciuperci comestibile pe diferite specii de conifere**

Avantajele pe care ectomicorizarea controlată le aduce pepinierelor şi pădurilor sunt imense:

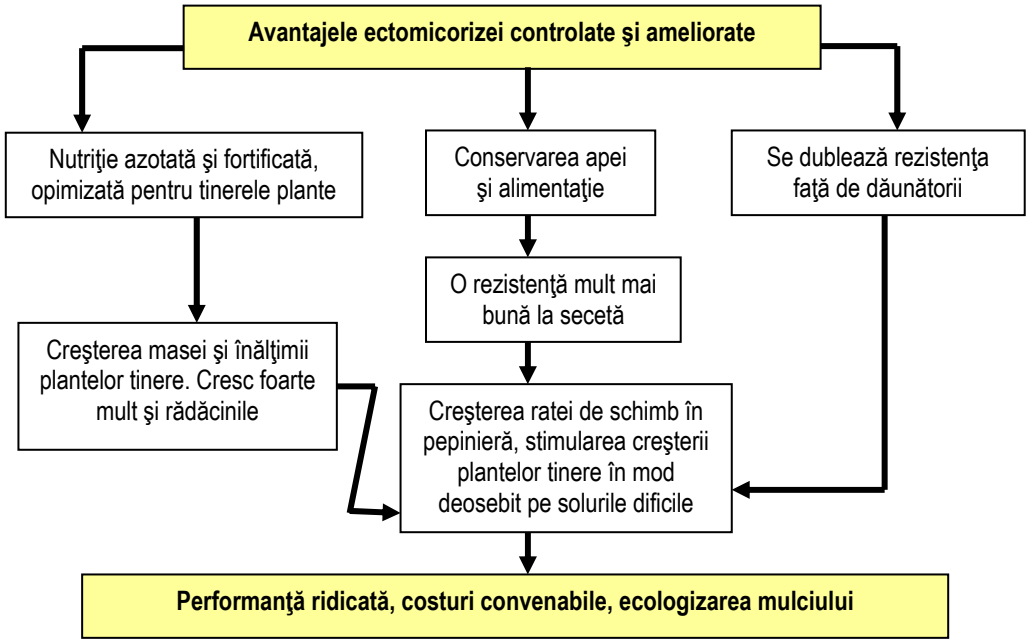


Figura 403. **Unele avantaje ale ectomicorizării controlate** (original)

În zona endomicorizelor aplicațiile sunt la fel de numeroase şi de eficace, deşi la prima vedere sunt scumpe.

Peste 90% din plantele de cultură răspund pozitiv la micorizarea îndeosebi cu specii din genul *Glomus sep*, ciuperci obigatoriu endomicoritice. Există însă şi ciuperci facultativ endomicrotice, creşterea şi înmulțirea acestora putând să se efectueze în laborator.

Ciupercile endomicoritice destinate endomicorizării de proveniență VAM (Vascular Arboricular Mycorize) pot fi înmulțite numai pe rădăcinile plantelor gazdă. Acest lucru se poate face în sere speciale, izolate şi extrem de dezinfectate după fiecare ciclu. Plantele gazdă se cultivă într-un mediu granular (pietriş uniform) pentru ca o dată apăruți sporii ciupercii, aceştia să poată fi recoltați şi apoi aduşi într-o formă de inoculare-aplicare convenabilă, uşor de aplicat.

Dintre formulările conținând micorize şi patentate în peste 50 de țări, prezentăm numai două mărci:

– Professor Mykos (figura 404), o marcă disputată între mai multe firme şi unde justiția internațională n-a reuşit să găsească pe adevăratul inventator. Produsul este formulat pe o argilă specială găsită prin Danemarca şi care prin uscare devine poroasă, fiecare por conținând unul sau mai mulți spori ai unor ciuperci endomicroizate din genul Glomus. Recent aflăm că au fost lansate pe piață şi micorizele Mycosoil în numeroase variante şi formulări şi mai ieftine.

Figura 404. **Sticlă de 0,5 l, cu micoriză pe argilă** (Prof. Mycos) destinată florilor de apartament, grădinilor de pe lângă casă etc. Pentru aplicaţii pe suprafeţe mai mari există ambalaje la saci de 50 l sau în cutii de 1000 l. (**Sursa:** www.mykotown.com)

Cu toate acestea produsele nu sunt deloc ieftine şi sunt dirijate în primul rând spre zona unde se practică o agricultură intensivă (flori, legume, pomi, viță, gazoane etc.). Produsul se poate aplica şi la culturile de câmp în doză de până la 1000 kg. Din cauza greutății specifice mici a granulelor distribuția poate să fie neuniformă.

Tratamentele la culturile de câmp (grâu, porumb, rapiță) se pot efectua la ultima pregătire a terenului înainte de semănatul culturilor, încorporarea făcându-se cu gruberul. Tratamentele cu asemenea preparate nu este necesar a se efectua pe terenuri ecologizate, care conțin deja speciile de *Glomus*. Micorizarea nu se efectuează pe terenurile care au primit composturi sau gunoi de grajd din simpul motiv că în aceste produse micoriza este prezentă şi este adusă în sol împreună cu aceste preparate.

Pentru culturile de câmp, vie, pomi etc., inocularea solului ar trebui să fie tratată ca o investiție. În condiții în care un proprietar dorește să-şi ecologizeze solul, atunci printre alte produse biodinamice pe care le aplică solului va aplica şi micoriza, care, dacă nu intervin proces de degradare gravă a solului vor rămâne acolo pentru foarte mulți ani.

La cartof, legume, pepeni, pomi, viță-de-vie, micoriza se aplică la plantare în doză de 5-20 g /cuib/plantă pom etc. Atenție mare: solul proaspăt micorizat nu se va trata cu sulf. De asemenea, pe solurile foarte bogate în sulf nu se va aplica micoriza.

Figura 405. **Micoriză comercială formulată ca spori plasaţi în porii unei argile specifice prezentă în Danemarca.** Granulele sterile constituie mediul de cultură al unor plante pe care cresc mai multe specii de Glomus. La maturitate deplină sporii intră singuri în pori (foto autor, 2010)

În proiectele mai elaborate şi costisitoare, atât micorizarea cât şi bacterizarea este necesar a se face după cunoaşterea indicelui de diversitate microbiologică (Morfological Diversity Index - MDI).

$$\text{MDI} = \sum_{i=1}^{K} pi.\log pi$$

în care pi = frecvența relativă a fiecărei specii.

O formulă asemănătoare este folosită şi pentru calculul altor forme de biodiversitate. Vom vedea că între biodiversitatea solului şi producția plantelor există corelații pozitive bine calculate.

RHIZO BOOST. Este un alt brand răspândit ale cărui preparate pot conține diverse bacterii, micorize sau formulări în amestec. Ambalajul formulării acestui produs foarte răspândit este prezentat în figura 406.

Figura 406. **Biopreparatul brodinamic Rhizo Boost, produs în America. Produsul este o formulare pe bază de amestecuri ale speciei Glomus, şi anume: Glomus intradias 125 propagule pe cc de material formulat. *Glomus mosseae* – 27, *Glomus etunicatum* 27, *Glomus agregatum* (25), *Glomus clarum* 2, *Glomus brazilianum* (2), *Glomus monosporum* (2), *Gigospora margarita* (2), *Glomus diserticola* (2)**

Produsul este considerat un biofertilizant pentru că mai conține până la 1 % azot. Spre deosebire de produsul precedent, aplicarea se face în acest caz inclusiv în suspensii şi pentru aceasta pot fi utilizate sisteme de irigații. Produsul diluat ar trebui aplicat în maximum 48 ore şi în niciun caz împreună cu pesticide sau îngrăşăminte.

Mai trebuie spus un lucru foarte important, şi anume acela că sporii ciupercilor micorizate este necesar să fie întotdeauna maturi (figura 407).

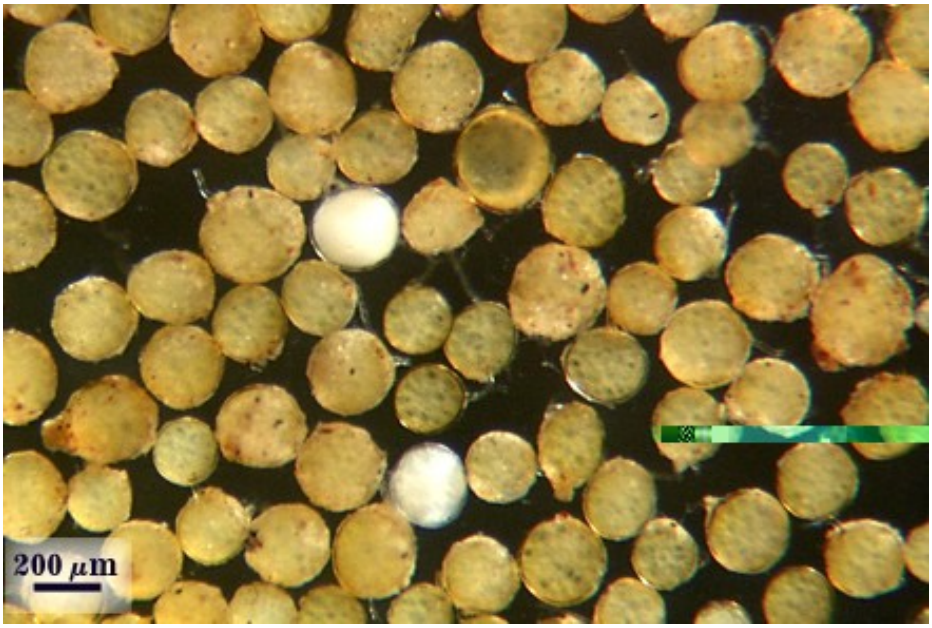


Figura 407. **Spori maturi de *Glomus moseae.*** Sporii mai puţin maturi capătă culori nespecifice sau rămân decoloraţi ca cei doi, albicioşi prezenţi în fotografie
(**Sursa:** www.invam.caf.wvy/fungi)

În amestecurile de-acum consacrate între fungii micorizanţi şi diferitele bacterii utile din preparatele mixte contribuie semnificativ la creşterea biodiversităţii. În tabelul 113 este prezentată o situaţie a stării biologice a solului după un tratament mixt cu Biostar Rhizo Boost aplicat în doză de 3 - 4 l/ha, şi anume: creşte de circa 2,5 ori numărul bacteriilor anaerobe necesare în conservarea materiei organice, creşte numărul şi cantitatea de ciuperci favorabile, creşte numărul de actinomicete de 8-9 ori, creşte bacteria sanitară *Pseudomonas* de circa 2 ori, şi, foarte important, creşte de circa 40 de ori numărul bacteriilor fixatoare de azot liber şi asociativ. Pe de altă parte, se îmbunătăţeşte starea sanitară a solului prin schimbarea raportului BGP/GGH acesta devine 40:1 faţă de 27:1, adică o îmbunătăţire cu circa 50% a sănătăţii solului după un singur tratament. Şi, cum am afirmat în josul tabelului 113, are loc şi o semnificativă creştere a biodiversităţii solului, mai exact cu peste 50% după primul tratament. După mai multe tratamente şi cu preparate diverse, biodiversitatea solului poate creşte foarte mult.

Tabelul 113

Optimizarea stării microbiologice a solului prin utilizarea unor produse bioacademice active (Biostar Rhizo Boost)

Variante / Microorganismul	Tratat cu Biostar Rhizo Boost	Netratat
Bacterii aerobe	2,5 × 10^7 CFU*/gram	1,0 × 10^7 gdw
Bacterii anaerobe	1,2 × 106 CFU/gram	1,5 × 10^6 gdw
Ciuperci (drojdii şi microorganisme)	1,1 × 10^4	4 × 10^3 gdw
Actinomicete	2,8 × 10^5	3 × 10^4 gdw
Pseudomonas	7,3 × 10^3	3,9 × 10^4 gdw
Bacterii fixatoare de azot	4,0 × 10^4	L1 × 10^3 gdw
Umiditatea solului	15%	15%
Bacterii gram negative	1,1 × 10^3	3,6 × 105 gdw
Raportul între bacterii gram pozitive şi gram negative	1,5 × 107 : 1,1 × 10^5 = 140:1	9,6 × 106: 3,6 × 105 = (27:1)
* CFU/gram = Colony Forming Units (UFC = Unităţi Formări de Colonii) per gram substanţă sol.		

În acelaşi timp, indicele de biodiversitate MDI a crescut de la MDI = 6,1 la martor, considerat slab, la 9,2 la varianta tratată, considerat mediu.

Am afirmat anterior, afirmație susținută de numeroşi cercetători, că între diversitatea speciilor de ciuperci şi productivitate în general există o relație care arată că până la 8 specii de ciuperci în formulare, creşterea productivității este foarte intensă, iar de la 8 la 12 creşterea este mai lentă, peste 12 specii, creşterea productivității practic nu mai există (Van der Hejden şi colab, 1998) - figura 408.

Rezultatele în marea producție arată că micoriza este cu atât mai utilă cu cât condițiile de sol sunt mai vitrege. Pe de altă parte, micoriza este cu mult mai activă în cazul plantelor leguminoase decât în cazul gramineelor. Două asemenea exemple sunt prezentate în figurile următoare.

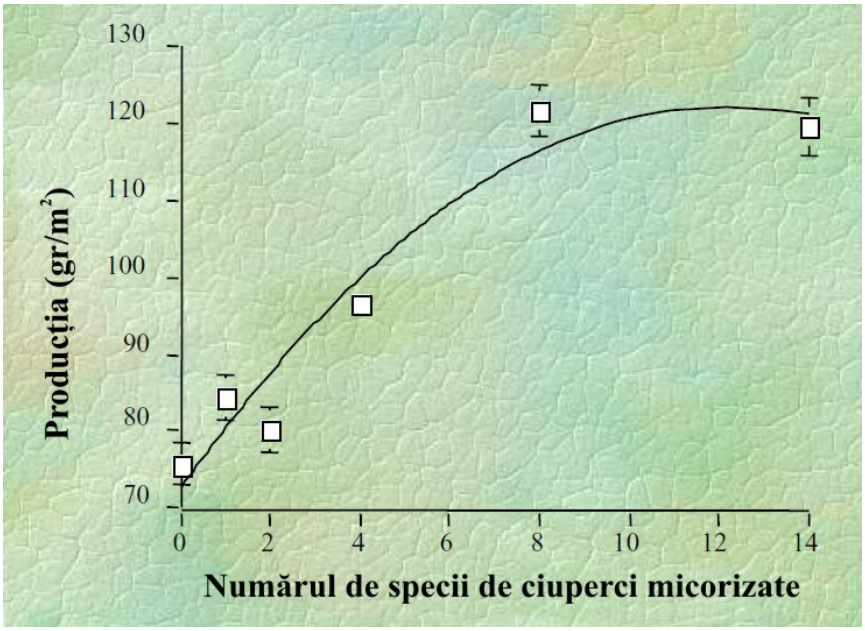


Figura 408. **Relaţia dintre productivitatea diferitelor plante şi numărul de specii de ciuperci micorizate din inocul (Sursa:** Van der Heidjen şi colab. Nature 396:72-75)

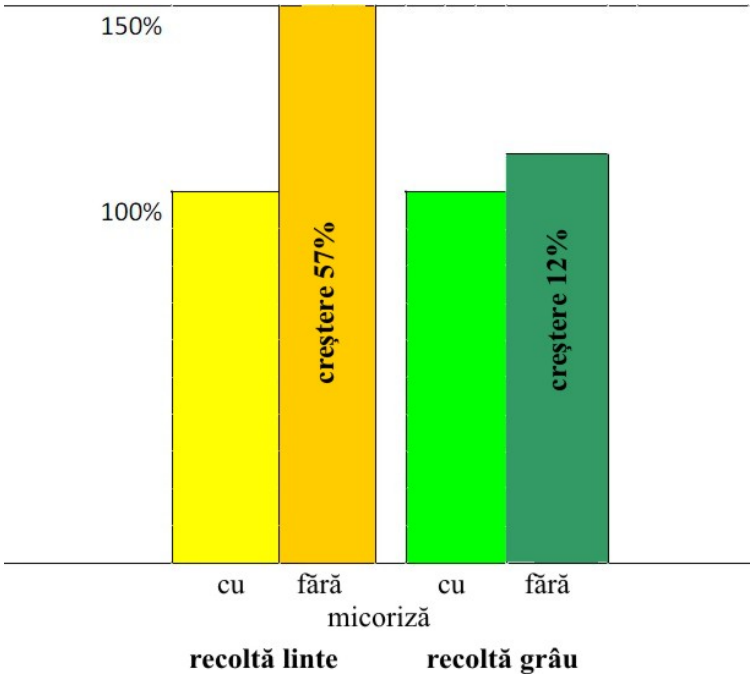


Figura 409. **Creşterea producţiei de linte şi grâu urmare a inoculării seminţelor cu endomicoriză**

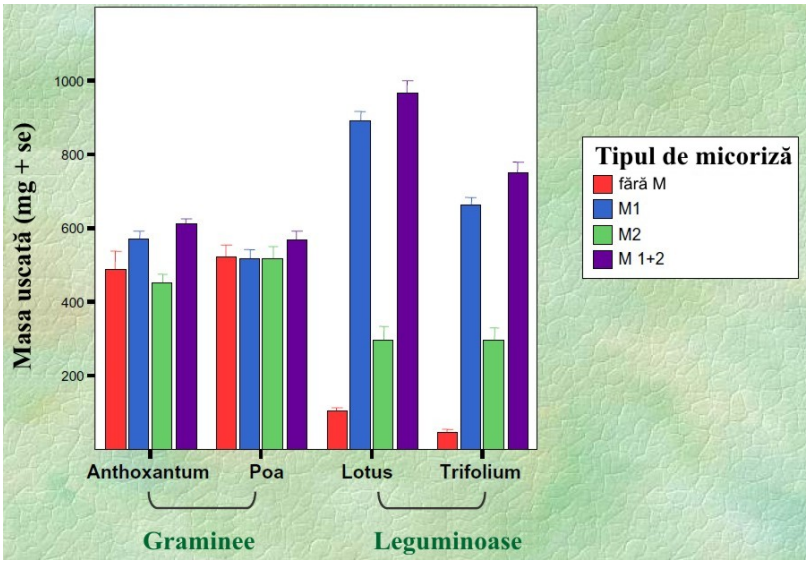


Figura 410. **Leguminoasele profită mai mult de micoriză decât gramineele**
(**Sursa:** Susanne de Bruin. Scheublin şi colab. 2007. Journal of Ecology 95:631-638)

Cunoaştem deja că efectul simbiozei micoriziene depinde foarte mult de tipul de sol, de modelul managerial de lucrare, îngrăşare şi întreţinere etc.

Cu toate acestea, există un comportament diferit al micorizei în funcţie de specia de plante. În cazul leguminoaselor (lintea în cazul de faţă) sporul de producţie adus de micoriză a fost la linte de 57% şi la grâu de numai 12%.

În alte experimente (Susanne de Bruin, 2007), diferenţa dintre micorizat şi nemicorizat este imensă în cazul leguminoaselor, de la 5 - 20 şi la *Lotus* şi *Trifolium*, dar numai de 1,02 → 1,2 ori în cazul gramineelor *Anthoxanthum* şi *Poa*. Aceste constatări au ridicat şi întrebarea *de ce*? Răspunsul constă în faptul că, în fond, în cazul micorizei dispune de acum de o triplă simbioză: planta x rhizobium x ciupercă (*Glomus*). Dezvoltarea împreună a celor două tipuri de simbioză a fost pusă în evidenţă în mod deosebit în ecosistemul pădure. Atât Bjorkman (1970) cât şi Ratke I. şi colab (1999) susţin că arboretul care se dezvoltă pe stânci nu ar putea fi susţinut decât dacă alături de micoriză s-ar afla şi un fixator de azot biologic, şi acestea sunt bacteriile asociative şi simbiotice.

S-a demonstrat, de asemenea, că micoriza pe grâu chiar şi pe solurile fertile creşte şi dezvoltă producţia în mod deosebit în prezenţa azotului, fie că aceasta este asociativă, microbiană sau de sinteză industrială.

Conform cercetărilor efectuate de Giorgio D. şi colab (2004), colonizarea microbiană este influenţată pozitiv de inoculare, dar nu este puţin influenţată de îngrăşămintele cu azot (figura 411) la grâul Durum.

Nivelul recoltelor este uşor influenţat pozitiv de micorize (circa 200 kg/ha) însă interacţionează semnificativ pozitiv cu dozele de azot mai ales la doza mică N50, atât în ceea ce priveşte producţia de boabe cât şi cea de paie (figura 412).

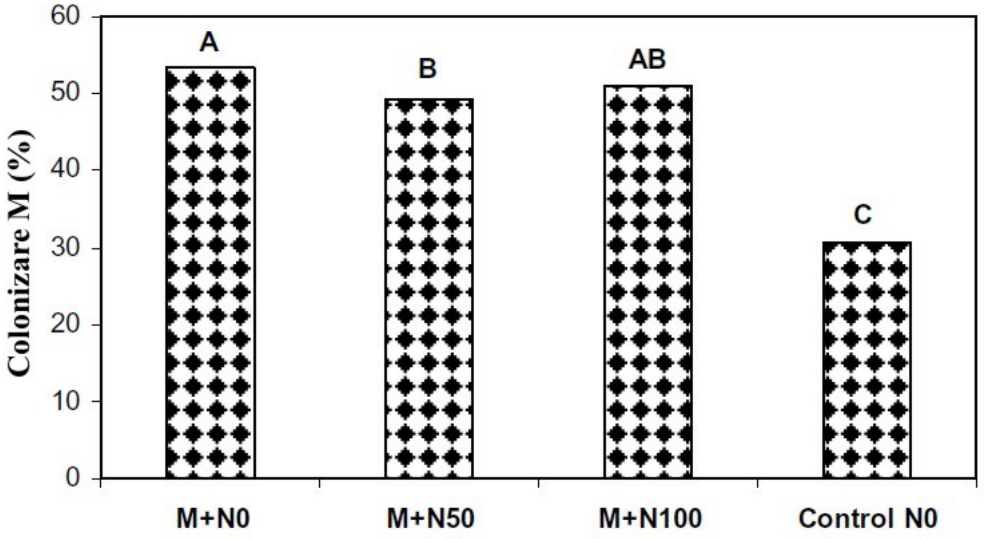


Figura 411. **Colonizarea micoriziană a plantelor de grâu durum în % din lungimea rădăcinilor (M = inoculare cu ciuperci micorize; N = îngrăşare cu azot (NO, N50, N100 kg/ha).** Literele exprimă diferenţele statistice semnificative pentru P ≤ 0,05 (Textul SNK). De Giorgio şi colab., 2004)

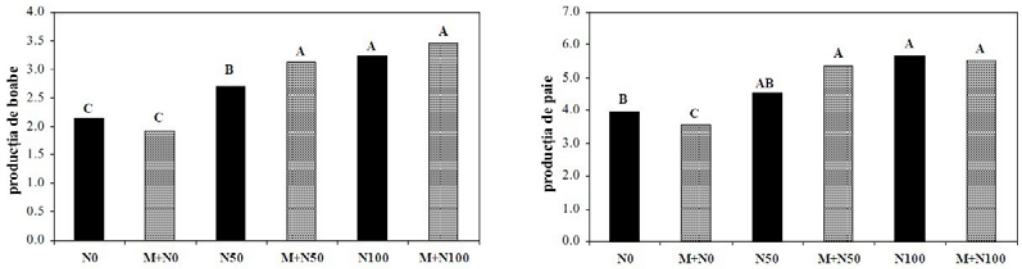


Figura 412. **Rezultatele unei cercetări de 2 ani (medie) privind producţia de grâu durum şi paiele aferente la diferite doze de azot combinate sau nu cu inocularea cu micorize.** Dozele sunt aceleaşi ca în figura 411 (aceiaşi autori)

Concluzia autorilor acestei cercetări este aceea că tratamentul micorizian interacţionează pozitiv cu fertilizarea pe bază de azot. În absenţa azotului, micoriza îşi arată o superioritate moderată atât în ceea ce priveşte

producția de boabe cât şi cea de paie. Mai menționăm că experiențele au fost efectuate în Câmpia Apulion-Tavaliere, Italia, pe un sol suficient de fertil.

Şi alți cercetători găsesc rezultate asemănătoare, precizând însă şi alte elemente tehnice importante. De exemplu, grâul inoculat timpuriu realizează o dezvoltare mai bună a plantelor şi o producție cu 11% superioară unei inoculări târzii, aceasta din urmă realizând o colonizare redusă şi o producție la nivelul martorului (Nasim G. şi colab, 2006 pe cercetări în Egipt). Studiile noastre efectuate cu micoriză pe cernoziom cu micoriză şi bioactivatorul Biovin la Alexandria şi Modelu, Călăraşi, au scos în evidență următoarele (figurile 413, 414): una din principalele însuşiri ale micorizei constă în creşterea cu 50-100% a volumului rădăcinilor, explorarea unui volum mult mai mare de sol, elaborarea şi eliminarea în sol a unor acizi organici care conduc la dizolvarea fosforului mobilizat şi aplicat prin îngrăşăminte.

Conform datelor publicate de Nuiying Li (2005) absorbția fosforului pe un sol puternic carbonatat din zona universității Adellaide SUA a fost următoarea pe diferite amestecuri de sol şi pe amestec de sol cu 10% *Glomus intraradiens* la grâu:

Tabelul 114

Acțiunea micorizei în mobilizarea fosforului din sol şi absorbția lui de către plantele de grâu (Nuiying Li, 2005)

	Sol nesterilizat	Sol sterilizat	Sterilizat + 10% nesterilizat	Sterilizat + 10% *Glomus intraradiens*
	Sol absorbit în plantă în mg/plantă			
Sol natural 100%	2,3 ± 0,5	0,8 ± 0,1	3,2 ± 0,3	4,0 ± 1,6
Sol amestec, natural 70% + 30% nisip	0,9 ± 0,2	0,2 ± 0,1	2,8 ± 0,6	3,4 ± 0,2
Sol amestec natural 50% + 5% nisip	0,2 ± 0	0,03 ± 0	1,1 ± 0,2	1,0 ± 0,1

Datele arată că în condiții de sol natural absorbția P_2O_5 în plante a fost de 20 de ori mai mare în varianta cu sol sterilizat + 10% micoriză (*Glomus intraradiens*). În penultima variantă cele 10% sol nesterilizat au continuat o micoriză neselectată. Şi ea a dat rezultate inferioare ciupercii selecționate.

În România autorul acestei lucrări a făcut cercetări la grâu şi porumb în 2008 şi 2009 la ferma Agrovet din Câmpia Burnasului, în care au folosit ca bioactivatori ciupercile micorizate în formularea Prof. Mykos în doză de 1000 kg/ha şi activatorul biologic Biovin în doză de 400 kg/ha + 5 l pe vegetație o dată cu aplicarea unor produse de combatere a bolilor şi dăunătorilor. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 115.

Tabelul 115

Influenţa tratamentelor cu unii bioactivatori ai solului în creşterea producţiei de grâu şi porumb pe cernoziomul de la Alexandria, Teleorman media 2008-2009 (Cercetări autor)

Nr.	Variante	Rezultate producţie grâu				Rezultate producţie porumb			
		q/ha	dif. q/ha	%	Semnificaţie	q/ha	dif. q/ha	%	Semnificaţie
1	Netratat	28,50	0,0	100,00	mt	29,75	mt	100	mt
2	Micoriză 1000 kg/ha aplicată toamna	32,25	3,75	113,16	xx	33,00	+3,25	110,92	-
3	Biovin 400 kg/ha aplicat toamna şi în mai	36,75	8,25	128,95	xxx	38,25	+ 8,50	128,57	xxx
4	Micoriză 1000 kg/ha toamna + Biovin 400 to + 5 l în mai	39,50	11,00	138,60	xxx	43,75	+14,00	147,06	xxx

DL5% =2,60 2,85
DL1% = 3,49 3,90
DL 0,1% = 5,95 6,40

Rezultatele obţinute demonstrează că micoriza inoculată singură a adus sporuri semnificative la grâu, dar nesemnificative la porumb, în timp ce Biovinul, un supercompost puternic, nutrient biodinamic aduce sporuri similare atât la grâu cât şi la porumb. Aplicarea în tandem a celor două preparate este cumulativă (11 q/ha) în cazul grâului şi sinergice (14 q/ha) în cazul porumbului.

Cercetările noastre confirmă pe ale altor cercetători citaţi mai sus în care se demonstrează efectul cumulativ sau sinergic al biopreparatelor cu spectru de acţiune diferit. Colonizarea cu micoriză a fost de până la aprox. 50% la grâu (figura 413) şi de circa 40% la porumb (figura 414).

Figura 413. **Rădăcinile de grâu micorizate în câmpul experimental de la Alexandria, 2009**

Figura 414. **Porumb micorizat în câmpul de la Alexandria, 2009** (foto autor)

Concluzia acestor cercetători este aceea că cerealele şi porumbul nu reacţionează decât în mică măsură la creşterea producţiei. Asociate însă cu nutrienţi biodinamici, sporurile de producţie pot fi extrem de convenabile tehnic.

A nu se uita că micorizarea este o investiţie pe termen lung, şi dacă se conservă în sol ea îşi aduce an de an contribuţia la îmbunătăţirea stării biologice şi biofizice a solului creând condiţii pentru mărirea biodiversităţii solului şi transformarea lui ecologică spre necesităţile unei agriculturi intensive de nuanţă naturală.

11.7.1. Micoriza şi leguminoasele

Am arătat deja că în condiţiile în care dispunem de un aport de azot în zona radiculară, acesta este foarte bine folosit de către plantele inoculate cu micoriză. Or, este lesne să ne închipuim că în condiţii în care simultan are loc şi o inoculare cu specii biofixatoare de azot de tip „simbioze" (*Rhizobium*). Se realizează în fond o dublă simbioză cu trei parteneri, şi anume planta, nodozităţile şi micoriza (figura 415).

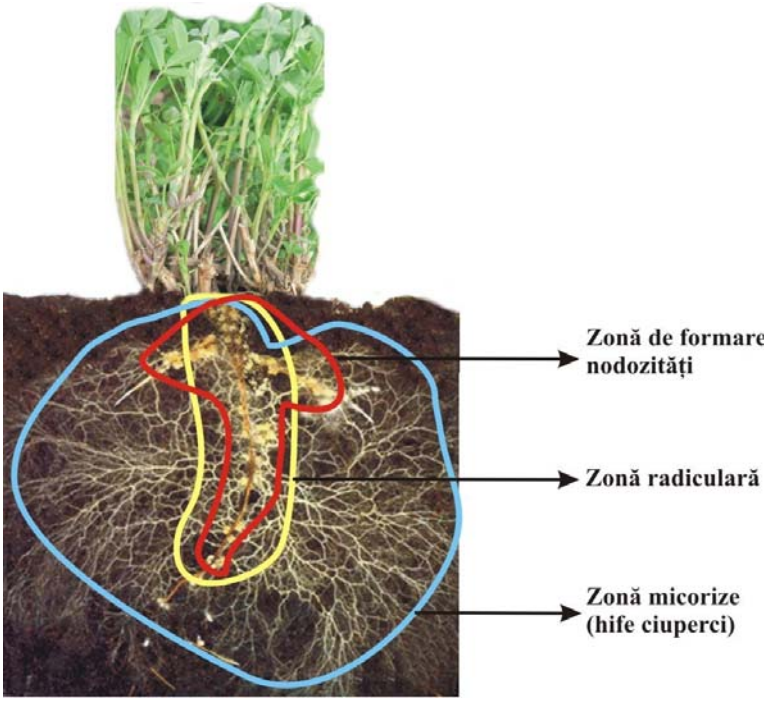


Figura 415. **Dezvoltarea sistemului radicular la lucernă prin micorizare – simbioză multifuncţională, plante – bacterii – ciuperci** (desen autor)

În asemenea condiții, micoriza, datorită azotului fixat, dispune de un stimul suplimentar în formarea hifelor spre profunzime şi dublarea capacității radiculare de absorbție.

Conform sistemului *microbiology procedure* greutatea lăstarilor de lucernă este de 2,5 ori mai mare în condițiile micorizării comparativ cu lipsa inoculării (figura 416 - A), iar greutatea rădăcinilor, inclusiv domeniul (zona) micorizei este de 3 ori mai mare decât în cazul simplei inoculări cu *Rhizobium* (vezi figura 415 şi 416 - B).

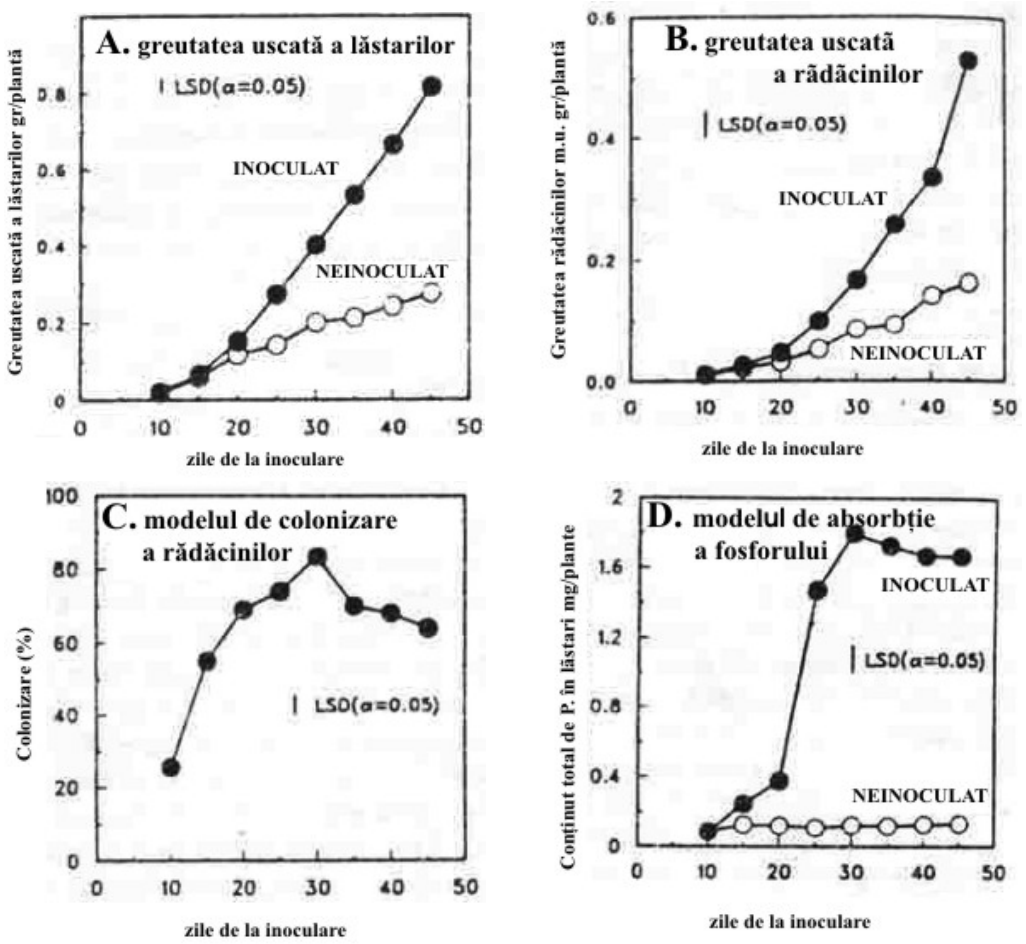


Figura 416. **Efectul micorizării lucernei asupra performanţelor plantelor de lucernă în condiţiile inoculării cu *Rhizobium*** (**Sursa:** www.mycrobiology.procedure)

Acest complex simbiotic se dovedeşte extrem de eficace şi în creşterea cantităților de fosfor mobilizat şi absorbit din sol. Cantitatea de fosfor absorbit

la 30 de zile de la inoculare este de 3,6 ori mai mare în varianta micorizată şi inoculată cu Rhizobii, comparativ cu varianta exclusiv inoculată cu Rhizobii.

Acelaşi lucru este valabil şi pentru alte microelemente precum cupru, zinc şi, fireşte, molibdenul. Creşterea de circa 2 ori a cantităţilor de magneziu susţinut de azotul fixat simbiotic conduce la optimizarea fotosintezei (datorită sporirii conţinutului în clorofilă) şi la creşterea volumului de biomasă şi a cantităţii de protează şi polizaharide, o premiză importantă pentru eficientizarea economică şi în paralel cea ecologică, o premiză corelată şi descoperită ca model de bază al dezvoltării unei nutriţii consistente pentru intensificarea agriculturii după modele ecologice, naturale, fundamentate ştiinţific, reducerea costurilor şi reconstrucţia ecologică a solurilor şi arealelor. Există numeroşi alţi autori precum Manfred Gollner şi colab. (2006), Kottke I. şi colab., 1999, Bjorkman E. (1970) şi mulţi alţii care au găsit rezultate şi au tras concluzii asemănătoare.

Încă din 1999, Albrecht şi colaboratorii au studiat genetica comună a triplei simbioze şi au ajuns la concluzia că genele plantei gazdă sunt comun implicate atât în simbioza rizobială, cât şi în cea micorizială.

Această descoperire s-a dovedit deosebit de importantă şi cu implicaţii practice profunde deoarece, în contrast cu speciile de *Rhizobium* care interacţionează „înalt specific" îndeosebi cu speciile de leguminoase la care se adaugă doar specia neleguminoasă *Parasporia andersonii*, fungii AM (micoriză arbusculară) au abilitatea de a interacţiona cu o gamă largă de plante superioare.

Pornind de la ipoteza că mecanismele prin care fungii AM infectează diversele lor gazde sunt similare, s-a ajuns la a enunţa că genele SYM şi ENOD necesare interacţiunii leguminoaselor cu ambii micro-simbionţi sunt cel mai probabil larg răspândite în imperiul plantelor. Această ipoteză a fost verificată prin studii efectuate de Reddy şi colab. (1998) cu orez transgenic (*Oryza sativa*).

Studiile arată că un promotor – Medicago ENOD.12 din orezul transgenic poate fi activator rizobial tip NOD. În plantele leguminoase SYM8 este esenţial pentru inducerea ENOD12, fie de către factorii NOD rizobiali, fie de fungii AN. Acest numitor comun demonstrează că factorii NOD sunt prezenţi şi în plantele neleguminoase, adică acestea sunt în măsură să deţină un mecanism de percepţie prin care aceştia să fie recunoscuţi.

Liganzii (grupuri de atomi, ioni, radicali sau molecule care împreună cu un atom sau ion central formează, creează o coordonare complexă) nu sunt încă cunoscuţi dar fac obiectul unor cercetări actuale.

Din moment ce activitatea acestora conduce la o transcripţie ENOD 12, cercetările în curs conduc încet dar sigur la concluzia că moleculele de fungi AM sunt liganzi naturali. Or, cunoaşterea acestui lucru explică efectul sinergic

privind extinderea modelului plantă - AM - Rzb de la leguminoase spre alte culturi economice importante şi elaborarea unor modele naturale de nutriţie extrem de eficiente şi nepoluante după schema din figura 417.

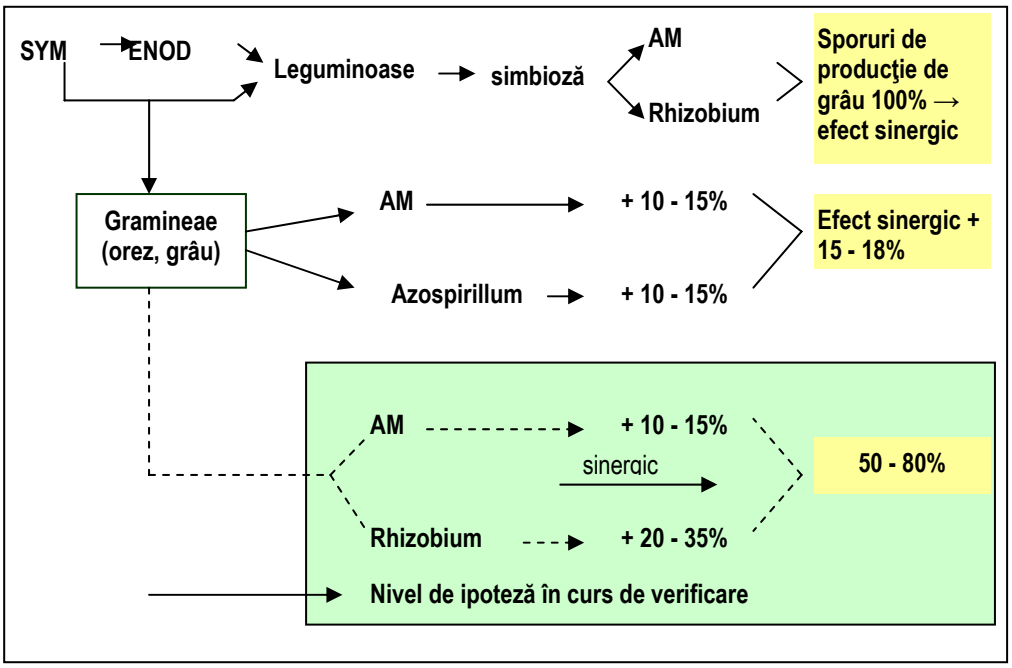


Figura 417. **Schema posibilităţii utilizării modelului simbiotic natural/micoriza (AM) → Rhizobium prin transfer biotehnologic SYM - ENOD spre alte plante decât leguminoasele** (viziune originală autor)

În finalul acestui subcapitol subliniem faptul că există şi alte modalităţi de a aduce în solurile noastre atât micoriza cât şi numeroarele bacterii utile.

În afara composturilor pe care fiecare agricultor le poate face în ferma sa, acestea pot fi inoculate cu Rizobii sau micorize astfel că respectivul compost poate deveni şi un important bioactivator tocmai potrivit pentru o agricultură biodinamică.

11.7.2. Piaţa micorizei

În ciuda faptului că inoculanţii, indiferent sub ce formă s-ar afla ei, sunt încă foarte scumpi, piaţa lor este într-o continuă expansiune din 1999 când la nivel mondial se consumau circa 9000 litri până în 2003 (ultimul an de la care deţinem date când se consumau 50.000 litri, adică o creştere de 5,5 ori în 5 ani (1,10 ori anual). Cei mai mari consumatori de micoriză sunt americanii (SUA),

cu aproape 190.000 litri, urmați cu puțin în urmă de Germania (180.000 litri) (vezi figura 418). Întreaga Europă utiliza în 2003 jumătate din piața Germaniei. Datele estimate de noi în ultimii ani arată că la nivelul lui 2009 micorizele sub diferite forme de formulări, inclusiv cele pe argilă au depăşit la nivel mondial cifra de 3 milioane litri, între timp prețurile au scăzut şi ele în medie cu 30%, instalându-se o concurență reală.

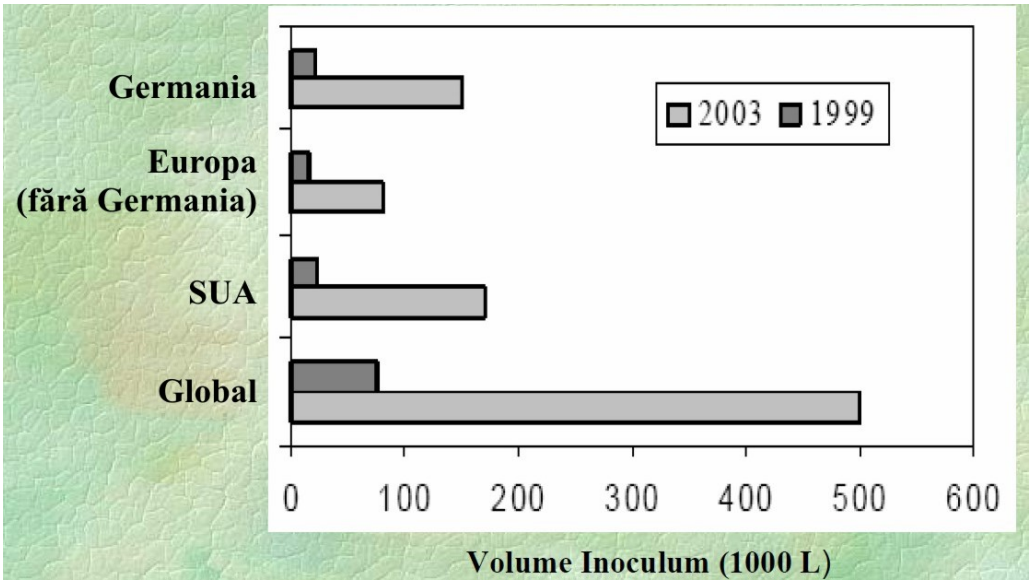


Figura 418. **Formulări tip inoculare cu ciuperci-micoriză: o piață în creştere rapidă** (**Sursa:** Van der Heijden 2004)

În ceea ce priveşte culturile care acceptă şi utilizează beneficiile micorizei, acestea sunt extrem de numeroase. În finalul acestui capitol în tabelul 116 enumerăm o parte dintre ele.

Tabelul 116

Culturile acceptă micoriza cu câteva excepții:

Cultura	Micoriza		Cultura	Micoriza	
	endo	ecto		endo	ecto
a) Legume					
pătrunjel	da	-	ridichi	nu	-
varză	-	-	conopidă	nu	-
fasole	da	-	rozmarin	da	-
salată	da	-	sfeclă	nu	-
brocoli	nu	-	salvie	da	-
mărar	da	-	praz	da	-
mazăre	da	-	ţelină	da	-

Cultura	Micoriza		Cultura	Micoriza	
	endo	ecto		endo	ecto
tarhon	da	-	spanac	nu	-
fenicul	da	-	cimbru	da	-
castraveţi	da	-	tomate	da	-
morcov	da	-	topinombur	da	-
cartofi	da	-	dovlecei	da	-
varză	nu	-	ceapă	da	-
ridichioare	nu	-	pelin	da	-
b) Culturi de câmp					
alac	da	-	rapiţă	da	-
sfeclă de zahăr şi furajeră	nu	-	secară	da	-
orz	da	-	trifoi	da	-
hamei	da	-	soia	da	-
cânepă	da	-	Floarea-soarelui	da	-
cartof	da	-	ierburi furajere	da	-
in	da	-	furaje dicotile crucifere	da	-
lucernă	da	-	trifoi alb	da	-
grâu	da	-	măzăriche	da	-
mac	da	-	linte	da	-
dovlecei	da	-	hrişcă	da	-
c) Pomi şi arbuşti fructiferi ericole*					
mere	da	-	cireşe	da	-
pere	da	da	caise	da	-
coacăze	-	-	piersici	da	-
mure	da	-	prune	da	-
căpşuni	da	-	struguri	da	-
zmeură	da	-	agrişe	da	-
coacăze negre	da	-	corcoduş	da	-
* Ericole = adaptări micorizate pentru ordinul ericole, din care face parte şi rododendronul					
d) Arbori din pădure					
arţar	da	-	pin	-	da
salcâm	-	da	larice		da
mesteacăn	da	da	tei	da	da
fag	da	da	plop	da	da
scoruş de munte	da		platan	da	-
castan	da		castan roz	da	-
stejar	da	da	brad		da
frasin	da	da	tuia	da	-
ginko	da		ulm	da	da
carpen		da	ienupăr	da	-
alun	da		nuc	da	da
			salcie	da	da

Rezultatele acestui tabel servesc atât agricultorilor cât şi silvicultorilor în grăbirea răsăritului, a creşterii procentului de puieţi de calitate, a creşterii volumului rădăcinilor şi a recoltelor, cu o singură condiţie: fiecare specie să primească micoriza care i se potriveşte. Multă vreme ca specie leguminoasă care formează nodozităţi şi fixează azotul, salcâmul a fost considerat că formează micoriza cu speciile *Glomus* (endo) ori cercetările recente arată că el preferă ectomicoriza, chiar şi în zonele secetoase de pe nisipuri şi că în absenţa ei creşte foarte greu. Dimpotrivă, alunul, specie dicotilă şi ea fixatoare de azot, preferă simbioza endo.

Majoritatea speciilor aciforme sunt însă arbori care se dezvoltă cu ectomicoriza. Toţi arborii însă, toate pădurile au şi asociaţii sau simbioze cu bacterii sau actinomicete fixatoare de azot. Modelele acestea extraordinare sunt cercetate azi şi propuse prin selecţie şi îmbunătăţire pentru dezvoltarea naturală a agriculturii.

Capitolul 12
RĂSPUNSUL PRINCIPALELOR CULTURI LA ÎNGRĂŞĂMINTELE DE BAZĂ

În mod normal, un asemenea capitol nu-şi are rostul într-o lucrare care se doreşte profund ştiinţifică, tocmai datorită faptului că în România, poate mai mult decât în ţările occidentale, factorii de răspuns sunt mai numeroşi şi mai greu de stăpânit tehnologic decât oriunde. Agricultura României continuă să fie supusă încă prea numeroaselor riscuri, climatic, tehnologic greu de controlat, şi, fireşte, unor nefireşti riscuri politice.

Specialiştii de elită ai agriculturii noastre m-au încurajat însă să schiţez şi câteva modele de „răspuns" la secţiunea „Aplicarea îngrăşămintelor de bază", mai ales pentru principalele culturi.

12.1. FACTORII CARE INFLUENŢEAZĂ RĂSPUNSUL CULTURILOR FAŢĂ DE ÎNGRĂŞĂMINTELE DE BAZĂ

Pornind de la realitatea ştiinţifică, că, urmare a bilanţurilor, dozele de îngrăşăminte au fost cele corecte la nivelul obţinerii unei recolte optime cantitative şi calitative, rămân încă numeroşi alţi factori care fac ca acest lucru să nu se întâmple. În figura 419 este prezentată o diagramă care doreşte să scoată în evidenţă dinamica factorilor care pot influenţa în diferite proporţii reacţiile plantelor la îngrăşămintele de bază. Prin simplificare, dacă ne referim la diferitele îngrăşăminte, putem spune următoarele:

a) Potasiul ca element de nutriţie se găseşte în cantitate îndestulătoare în solurile României astfel încât, de regulă, cerealele păioase şi porumbul nu au un răspuns pozitiv faţă de acestea.

b) Fosforul liber din sol este un element critic în nutriţia plantelor, găsindu-se în permanenţă la limită în solurile din România. Din aceste motive, aplicarea lui apare ca un parametru necesar. Ţinând cont de consumul lui de către plante, este necesar ca el să se afle în sol în formă solubilă între 50 şi 100 kg/ha. Pentru cereale şi plante tehnice agriculturii români performanţi îl aplică din îngrăşămintele cu fosfor în doză de 70-80 kg/ha – în aceste condiţii el devine o constantă pentru modele de nutriţie din sudul României, iar parţial pentru centrul, estul şi vestul ţării.

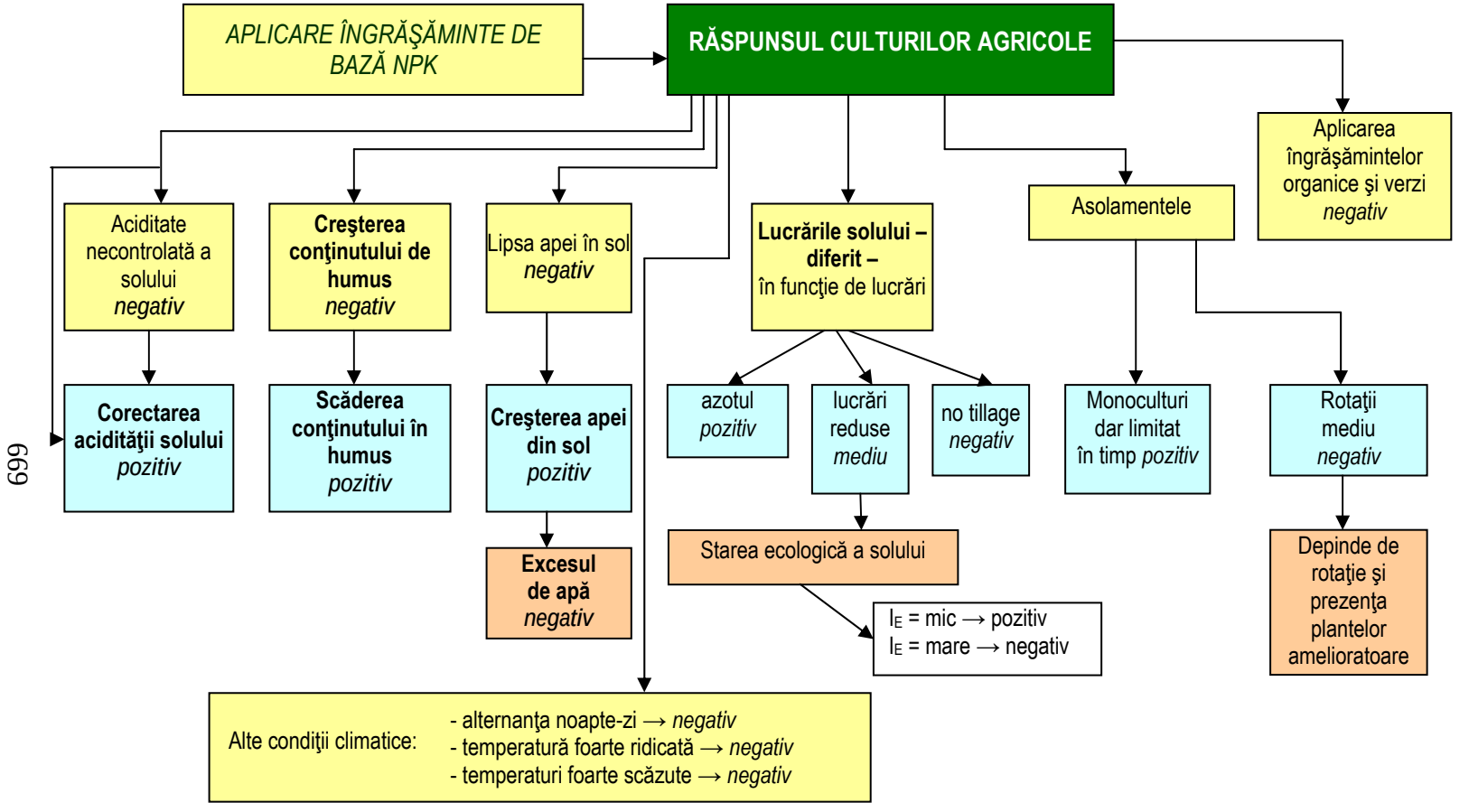


Figura 419. **Influenţa câtorva factori legaţi de climă, sol şi tehnologii asupra răspunsului principalelor plante de cultură la îngrăşămintele de bază în condiţiile aplicării dozelor planificate prin bilanţuri** (privire foarte generală – viziune autor)

c. Azotul este factorul nutritiv de bază cel mai variabil căci consumurile plantelor variază mult de la o specie la alta, dar şi posibilităţile de a-l aduce din alte surse decât cele convenţionale sunt extrem de importante. De aceea, când alcătuim un model de răspuns al culturii la azot, nu-l putem considera ca fiind unul exclusiv la îngrăşământul care vine din sac, ci în general la inputurile totale cu azot, minus pierderile, pe orizontală sau pe verticală. Neputinţa ştiinţifică şi tehnologică de a evalua în fiecare moment cantitatea de azot prezentă în sistemele nutriţionale ale culturilor ne limitează calculul funcţiilor şi al modelelor numai la datele recoltate din numeroasele experienţe efectuate în teren.

12.2. PREZENTAREA MODELELOR DE RĂSPUNS ÎN CAZUL GRÂULUI ŞI AL PORUMBULUI

12.2.1. Calculul modelelor de răspuns în cazul grâului

Pentru cultura grâului s-a lucrat cu peste 100 valori culese din diferite zone ale ţării în condiţii de asemenea diferite, fără a se elimina extremele din anii secetoşi sau, dimpotrivă, ploioşi. Modelul în 3D între producţie (z) şi dozele de azot (x) şi fosfor (y); z = f (xy) este prezentat în graficul 420. Mai menţionăm că s-a lucrat pe date culese din literatură pe intervalul 0, 40, 80, 120, 160, atât la azot cât şi la fosfor. (Herra Cr., 1972, Sin Gh. şi colab. 2010, Burlacu şi colab. 2007, Găină, Burlacu, 2005, diferite rapoarte ale staţiunilor Livada, Suceava, Valul lui Traian, Teleorman, Fundulea, Turda etc.).

Din modelul prezentat rezultă următoarele:

a) Pe termen lung azotul aplicat singur în doză dinamic ascendentă de la 0-160 kg/ha – nu dă producţii mai mari de 3230 kg/ha (cu sporuri de până la 1480 kg/ha).

b) Pe acelaşi termen, fosforul singur în aceeaşi ascensiune dinamică de la 0-160 kg N nu dă producţii mai mari de 2660 kg/ha (spor maxim = 910 kg/ha).

Interacţiunea dintre azot şi fosfor conduce însă la producţii de până la aproape 6000 kg/ha.

Reţinem că datele au fost obţinute în condiţii de cercetare, dar ele se pot regăsi foarte bine în condiţii de producţie pentru fermele superperformante de tip european.

În agricultura României se practică însă doze care se situează la circa 40 kg P_2O_5 şi 80 kg/ha azot la grâu. Prin optimizarea funcţiei din figura 420 noi considerăm ca zonă de interes a îngrăşării de bază la grâu combinaţia $N_{150}P_{120}$

care conduce la o producţie medie de 5300 kg/to, economic ea nefiind însă întotdeauna asigurată statistic.

$$z = f(xy) = f(N_{150}P_{120}) = 5744 \text{ kg/ha}$$

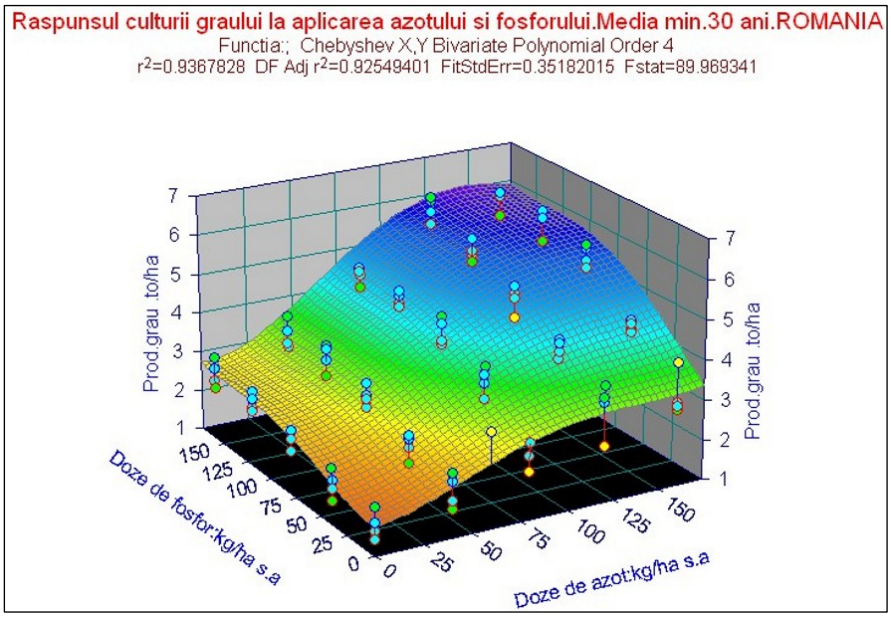


Figura 420. **Răspunsul culturii grâului la aplicarea azotului şi fosforului.** Media min. 30 ani. România.

Pentru zona ICCPT Fundulea, Burlacu şi colab. (2007) recomandă ca doze optime şi economice de azot (N_{55} - N_{140}) + (P_{75} - P_{120}), calculând cu ajutorul modelului nostru dozele mari recomandate, respectiv N_{140} - P_{120} constatăm că ajungem pentru Fundulea la producţia de:

$$z = f(xy) = z\ (fN_{140}P_{120}) = 5683 \text{ kg/ha}$$

În condiţii în care îngrăşămintele cu fosfor se menţin la preţuri foarte mari recomandăm combinaţia $N_{150}P_{120}$ = 5800 kg/ha care în cele mai multe cazuri are şi o acoperire economică semnificativă, şi aceasta pe întreg teritoriul favorabil culturii grâului din România.

Pentru uşurinţa citirii grafice a rezultatelor din figura 421 s-a transferat în 2D modelul din figura 420. În felul acesta a rezultat o nomogramă care arată că deja de la P_{80} în sus azotul nu mai reacţionează atât de energic. P_{80} rămâne pentru practica culturii grâului, doza cea mai recomandată.

Dozele de azot pot suferi reduceri până la 50% din doză dacă grâul se seamănă după o plantă amelioratoare precum mazărea ($N_{75}P_{80}$ = doza recomandată). Sau se poate elimina complet în cazul agricultorilor care îşi limitează performanţa la 3,5-4 t grâu.

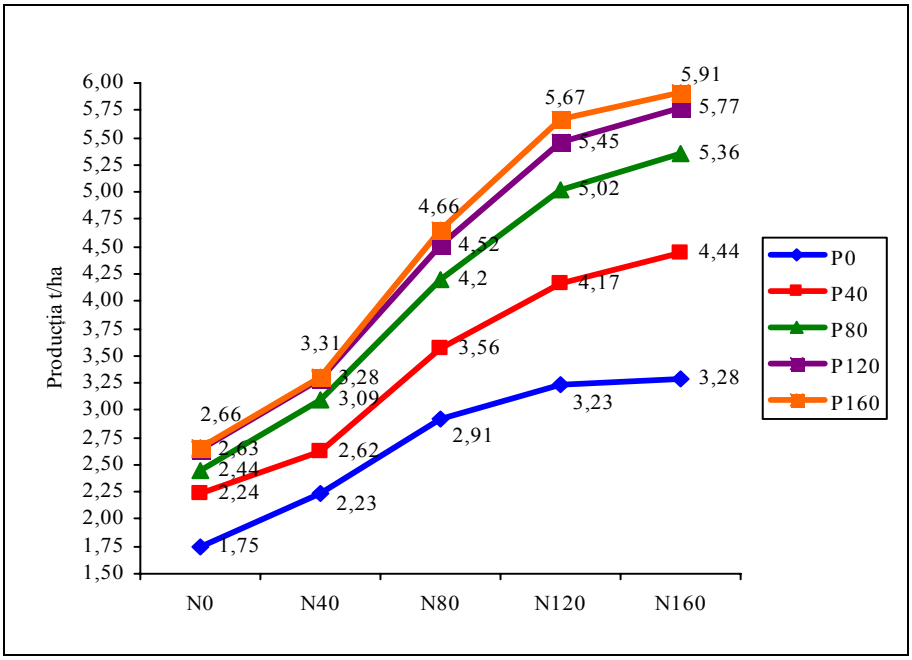


Figura 421. **Diagrama evoluţiei producţiilor de grâu în România sub influenţa îngrăşămintelor cu azot şi fosfor.** Trecere în 2D după modelul în 3D, din figura 420

În explicaţia de la figura 420 am găsit afirmaţia că eficienţa îngrăşămintelor este condiţionată şi de aprovizionarea solului cu apă. Aceasta poate veni din ploi (şi ar trebui conservată prin lucrările solului) sau din irigaţii, greu de găsit în România la sfârşitului primului deceniu al secolului XXI.

La un nivel de îngrăşare mediu însă ($N_{90}P_{75}$) într-o experienţă pe 10 ani, creşterea producţiilor de grâu s-a dovedit extrem de eficace, mai degrabă în funcţie de asolament decât de nivelul precipitaţiilor anuale căzute (Sin şi colab., 2010). În data de 2 octombrie prof. Sin mi-a dat permisiunea să introduc într-un model 3D producţiile de grâu obţinute în funcţie de precipitaţii şi asolamentele utilizate (figura 422). Pentru a putea fi calculat modelul propus, rotaţiile au fost numerotate astfel:

1 = monocultură
2 = rotaţie 2 ani grâu - porumb
3 = rotaţie 3 ani grâu - porumb - mazăre

4 = rotație 4 ani grâu-porumb-floarea-soarelui-mazăre

Rezultă deci că de fiecare dată grâul se seamănă după mazăre, acesta fiind considerat un bun valorificator ca postmergător al premergătoarei mazăre.

Din model rezultă următoarele:

1. Chiar şi grâul, considerat planta „care nu te lasă”, îşi compromite producția la precipitații sub 300 mm. Începând cu 350 mm producția este prezentă şi creşte o dată cu creşterea dimensiunii rotației. Exemplu:

– monocultură = 1,19 t/ha

– rotație grâu-porumb = 1,20 t/ha creştere nesemnificativă, rotație insuficientă mai ales în condiții de secetă

– rotație grâu-porumb-mazăre = 1,93 = + 740 kg/ha - deja creştere semnificativă

– rotație grâu-porumb-foarea-soarelui-mazăre = 2,38 + 1,19 – practic o dublare a producției

În condiții de secetă, pe fondul unei îngrăşări moderate, asolamentul, rotația sunt decisive, mergând până la dublarea producției (vezi şi figura 423). Reacții pozitive aduce rotația culturilor la precipitații de 400, 450 şi 500 mm. Între 500 şi 600 mm reacțiile sunt mici, dovedind faptul că atât în monocultură cât şi în rotație, grâului îi sunt suficienți 450-500 mm, mai ales dacă acestea cad cel puțin 50% în perioada de vegetație a grâului.

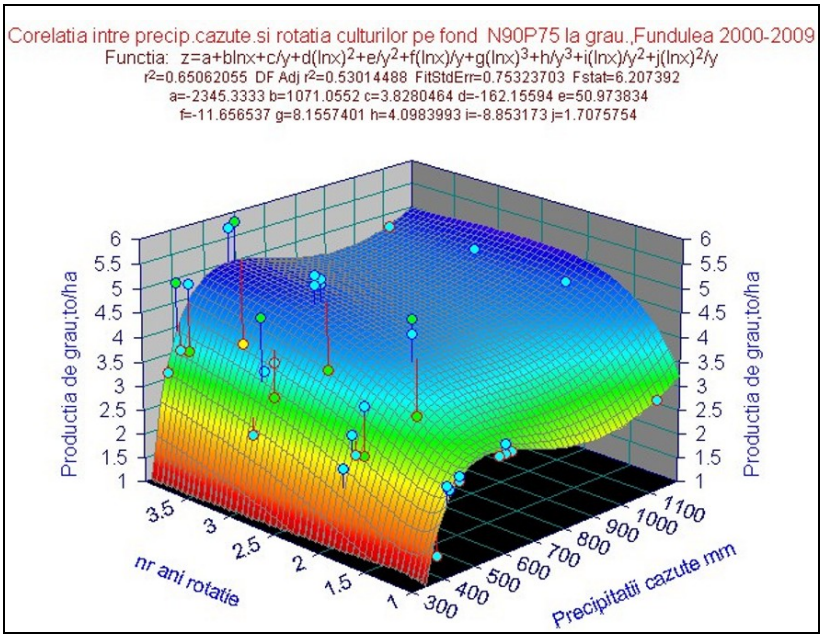


Figura 422. **Corelaţia între precipitaţiile căzute şi rotaţia culturilor pe fond $N_{90}P_{75}$ la grâu, Fundulea, 2000-2009**

1 = monocultură
2 = rotație 2 ani grâu - porumb
3 = rotație 3 ani grâu - porumb - mazăre
4 = rotație 4 ani grâu - porumb - floarea-soarelui - mazăre

În unul din anii experimentați a căzut o cantitate de precipitații care a depășit 1000 mm/an. Or, în toate variantele de rotație pe fondul de $N_{90}P_{75}$ producțiile au fost mai mici decât în anii în care au căzut 550 mm.

Exemple de rotații

	550 mm	1000 mm
1. monocultură	3,12 t/ha	2,62
2. rotaţie simplă grâu - porumb	4,07	4,28
3. rotaţie 3 ani grâu - porumb - mazăre	4,68	4,54
4. rotaţie 4 ani grâu - porumb - floarea-soarelui - mazăre	4,97	4,55

Concluzia este aceea că indiferent de rotație, grâului nu îi sunt necesari mai mult de 550 - 600 mm pentru a-şi exprima producția maximă ținând cont şi de conjunctura celorlalți factori de vegetație.

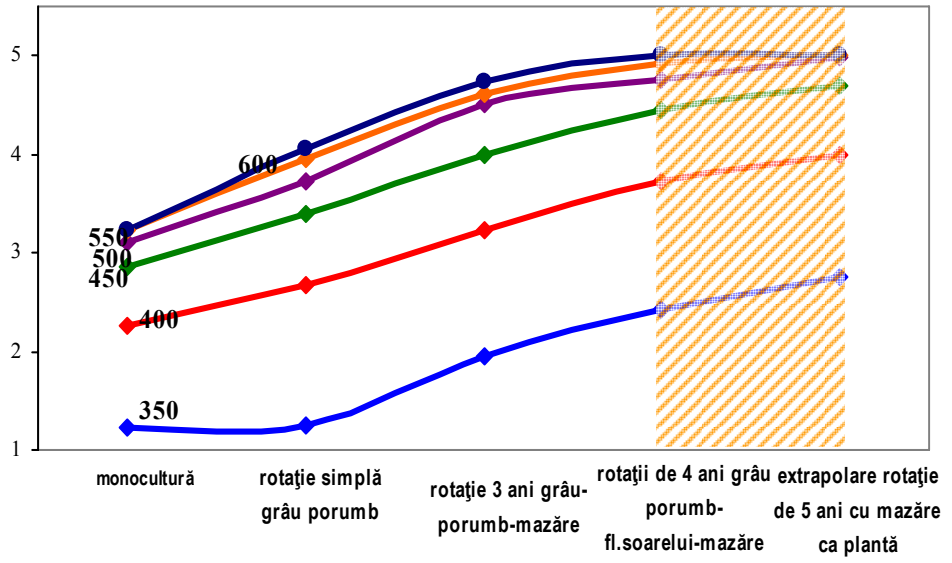


Figura 423. **Nomograma producțiilor de grâu pe un fond de îngrăşare de $N_{90}P_{75}$ în funcție de asolament (rotație) şi precipitații căzute mm/an**

Notă: *Nomograma a fost alcătuită prin simularea funcției din figura 422. Se observă că indiferent de rotație, grâul nu reacționează pozitiv la precipitații mai mari de 600 mm anual.*

Există o literatură abundentă care ne pune la dispoziție diferite modalități de răspuns ale plantelor de grâu față de îngrășămintele de bază. Azotul a fost cercetat pe toate părțile şi rămâne la dispoziția fermierului sau a consultantului lui să-l ajute în a planifica recolta, ținând cont de asemenea modele, dar şi de multe altele pe care noi le-am prezentat în această carte, sau pe care poate încă nu am reuşit să le cuprindem.

Foarte important este răspunsul culturilor de grâu la aplicarea azotului din punct de vedere calitativ. Este cunoscut că noi, inclusiv în această carte, am insistat pentru reducerea dozelor de azot în favoarea inputurilor similare de sorginte naturală, şi am elaborat şi modele în acelaşi timp. Dar dacă azotul scump şi poluant venit din industrie trebuie totuşi aplicat, atunci el va veni numai în completarea dozei, adică a necesarului de consum şi folosind un management care să crească la maximum agrodisponibilitatea şi să reducă pierderile. Se câştigă în felul acesta bani şi se evită poluarea. Se lucrează deci în acord cu mediul. Noile soiuri de grâu Premium, de mare calitate, răspund nu numai prin calitate ci şi prin conținut mare în proteină. Cercetările efectuate de noi au dus la următoarele rezultate (tabelul 117 şi figura 424):

Tabelul 117

Efectul îngrăşămintelor cu azot şi fosfor asupra cantității şi calității grâului Premium. Soiul Josef media pe 4 ani - Alexandria şi Modelu 2007-2010

Doze de îngrăşă-minte*		Producția			Conținut în proteină				Diferența
		kg/ha	diferența	Semnificație	%	*Proteină* kg/ha	diferența		
P80	N0	33,50	mt	mt	12,30	100,0	0,00	412,05	mt
	N40 (1) tratament primar	38,75	5,25	xxx	13,03	105,93	+0,73	504,90	92,85
	N80 (2) tratamente	43,75	10,25	xxx	13,90	113,1	+1,60	608,12	196,07
	N120 (2) tratamente	54,75	+21,25	xxx	15,10	122,76	+2,80	826,7	414,65
	N160 (3) tratamente	58,50	+25,0	xxx	17,13	139,27	+4,83	1002,0	+589,95
		* DL 5% = 3,05 DL 0,1% = 4,89 DL 0,01% = 8,25			DL 5% = 3,05 DL 0,1% = 4,89 DL 0,01% = 8,25				

***** În paranteză = numărul de tratamente efectuate

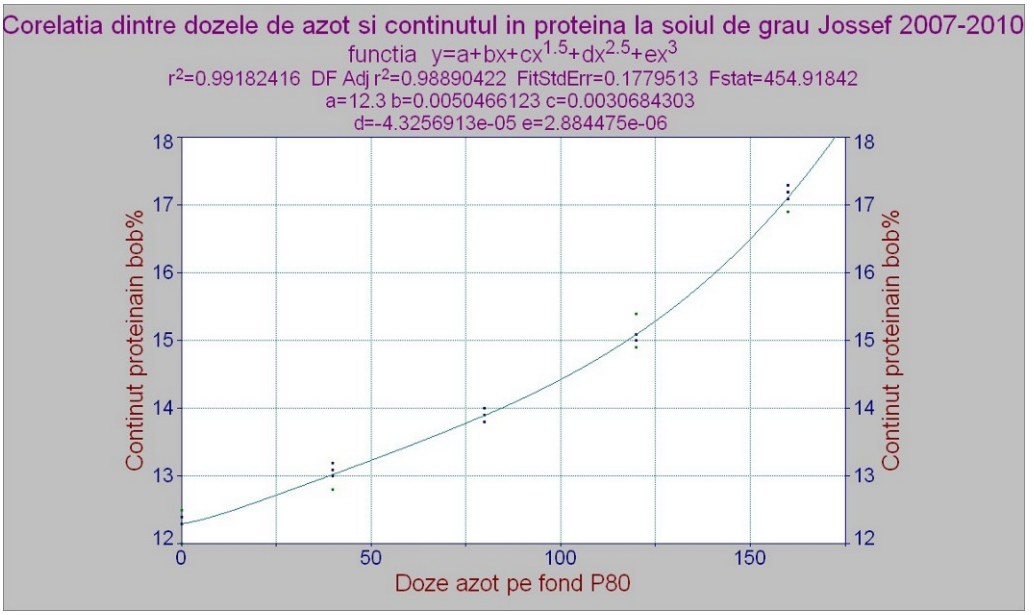


Figura 424. **Corelaţia dintre dozele de azot şi conţinutul în proteină la soiul de grâu Josef 2007-2010**

Faptul că lumea ştiinţifică, în permanent progres, ne pune la dispoziţie soiuri care reacţionează foarte bine la azot, nu înseamnă deloc că noi trebuie să aplicăm din sac până la 160 kg N. Dimpotrivă, în această carte s-a demonstrat că cel puţin jumătate din acest azot, mai ales la aceste soiuri, poate fi adus cu ajutorul unor modele naturale. Pe de altă parte, azotul care se dă din sac se aplică în 2-3 etape, atunci când plantele au nevoie de el.

Aplicaţiile azotului prezentate în tabelul 117 s-au făcut în funcţie de mărimea dozei: o dată pentru N_{40} la desprimăvărare, de două ori pentru N_{80} şi N_{120}, la desprimăvărare 40% şi la împăiere 60%, şi N_{160} în trei doze 30% la desprimăvărare - 30% la împăiere şi 40% la burduf. Am constatat că în aceste condiţii acumularea proteinei devine logaritmică (figura 424) atingând peste 17%, cu circa 40% gluten umed şi excelenţi indici de panificaţie.

Grânele Premium reacţionează extrem de bine la îngrăşarea târzie, şi după cum se ştie azotul se transformă în proteine (nu rămâne sub formă de nitraţi).

Asemenea grâne s-au vândut în anul 2010 cu 40-80 euro peste preţul cerealelor obişnuite de panificaţie, respectiv peste preţul grâului furajer. Pe de altă parte, grânele Premium, foarte rezistente la boli, nu formează micotoxine şi sunt cumpărate de morari pentru îmbunătăţirea calităţii altor grâne, achiziţionate la preţuri mici şi de calitate îndoielnică. Într-un fel, siguranţa

alimentară a pâinii poate fi salvată de către grânele Premium şi de tehnologiile pe care acestea le solicită.

Pentru cultura porumbului. Mulți autori consideră că porumbul reacționează mai bine la îngrăşămintele de bază. Concluzia aceasta este discutabilă. Putem însă afirma că porumbul poate răspunde mai bine la N şi P, doar cu condiția ca în perioada lui de vegetație să se întrunească mai mulți factori, care să conducă la asimilare şi valorificarea sub formă de biomasă utilă a porumbului.

Există o literatură abundentă scrisă de cercetători de seamă ai țării precum Hera Cr. (1972), Gh. Sin şi colab. (2010), Mihăilă V., Hera Cr. (1981), şi mulți alții cu care am colaborat şi care mi-au pus la dispoziție literatură şi date pentru calcularea şi redactarea modelelor de răspuns ale acestei valoroase culturi la îngrăşămintele cu N şi P. Pentru elaborarea modelelor am folosit date, unele aflate în arhiva unor stațiuni, cu mulți ani în urmă (30-40 de ani), multe neprelucrate şi nevalorificate. Autorul acestei lucrări urmăreşte, de asemenea, problema prin cercetări proprii şi sondaje în producție în toate zonele țării.

Cu toate acestea, deşi au fost utilizate până la 400 de date pentru fiecare model, nu avem pretenția că sunt perfecte. Ele sunt însă suficient de elaborate pentru a aduce informația necesară, mai ales pentru cei care dispun de programele noastre de lucru sau ştiu să citească bine nomogramele, de un real sprijin privind efectul costurilor lor cu îngrăşămintele de bază asupra producției.

În analiza datelor am găsit în teritoriul României o aşezare a producțiilor pe mai multe paliere de înălțime şi am încercat să selectăm datele în funcție de acest indicator care este determinat de starea ecologică a solurilor, de tehnologiile mecanice şi de aprovizionarea cu apă a solului. Nu am luat în seamă irigarea şi am eliminat excesele (producții mici neglijate) sau cele foarte mari care constituie excepții în unii ani cu o cantitate mare de apă din precipitații şi o distribuție perfectă a lor (vezi anul 2010).

Am reuşit să formăm patru categorii de niveluri de producții, consacrate deja în ultimii 30 de ani şi care formează media statistică a acestei culturi situată undeva la 3 tone/ha/România.

Tipul de sol 1

Am adunat aici soluri cu unele excese, negative, cu biodiversitate redusă, slab ecologizate, uşor acide sau uşor alcaline, cu însuşiri fizice destul de defectuoase şi unde nivelul producției în condițiile practicării unei tehnologii de limită se situează în jur de 2200 kg (N_0P_0) care pot ajunge la o

medie de 3200 kg/ha dacă se aplică un nivel mediu de îngrăşare. În general, pedologic aceste soluri însumează până la 50 puncte. $I_E = 2 – 2,5$.

Tipul de sol 2

În acest palier recoltele se realizează în soluri mai apropiate de normal, cu un IE ≈ 3 şi cu capacitate mijlocie de reţinere a apei, cu o activitate biologică medie şi cu humus între 2 - 4%. Nivelul precipitaţiilor influenţează mult producţia. Aici intră majoritatea solurilor din Subcarpaţi dar şi din zonele de câmpie din est şi sud şi Dobrogea. Producţia oscilează între 2800 kg în condiţii de îngrăşare, şi se apropie de 5000 kg în condiţii optime de precipitaţii şi îngrăşare (medie 41,6). Pedologic aceste soluri se încadrează între 40 şi 70 puncte.

Tipul de sol 3

Pe acest palier producţiile sunt cu circa 500 kg mai mari decât pe cel anterior, agricultorii având o preocupare mai accentuată pentru ecologizarea solurilor ($I_E = 3,5$). Proprietăţile fizice sunt mai bine conturate, structura stabilă, depozitare şi conservare bună a apei. Asemenea soluri sunt mai bogate în humus şi cu un profil permeabil. Producţiile maxime pot ajunge la 5000 kg în condiţiile unei îngrăşări cu NP cu respectarea regulilor de bilanţ. Punctaj pedologic: 65 - 80 puncte.

Tipul de sol 4

Aceste soluri se găsesc pe terenurile joase, mai ales din zona de vest, din Lunca Dunării, intrarea în Deltă, unele areale ale Podişului Central, de-a lungul râurilor. Deşi pot fi soluri sărace în humus heteropolicondensat, aportul freatic conduce la mărirea recoltei care ajunge la 5000kg/ha chiar şi fără îngrăşăminte şi se poziţionează la aproape 68 to în variantele optimizate nutriţional.

12.2.2. Calculul modelelor de răspuns în cazul porumbului

În funcţie de cele patru tipuri de areale prezentate care ar trebui să ocupe cea mai mare suprafaţă a ţării, dacă s-ar practica o tehnologie de calitate a solului (vezi *Lucrările solului*) a fost elaborat câte un model în 3D (vezi figurile 425, 426, 427, 428).

Pentru solurile sărace, cu mari restricţii de ordin fizic şi chimic, modelarea ne arată că se poate obţine o producţie maximă în medie pe cel puţin 100 variante recoltate în peste 30 de ani de 87,5 q/ha la doza de $N_{150}P_{80}$.

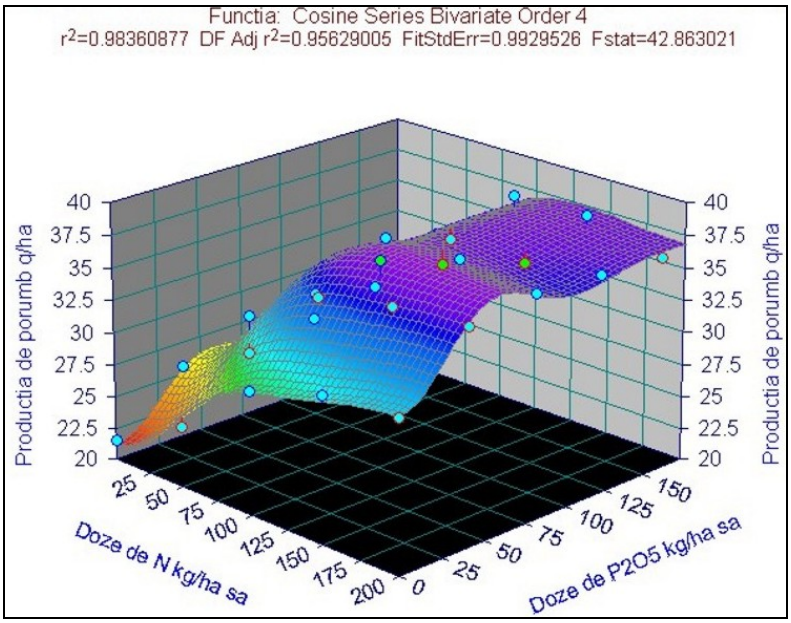


Figura 425. **Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 1, România**

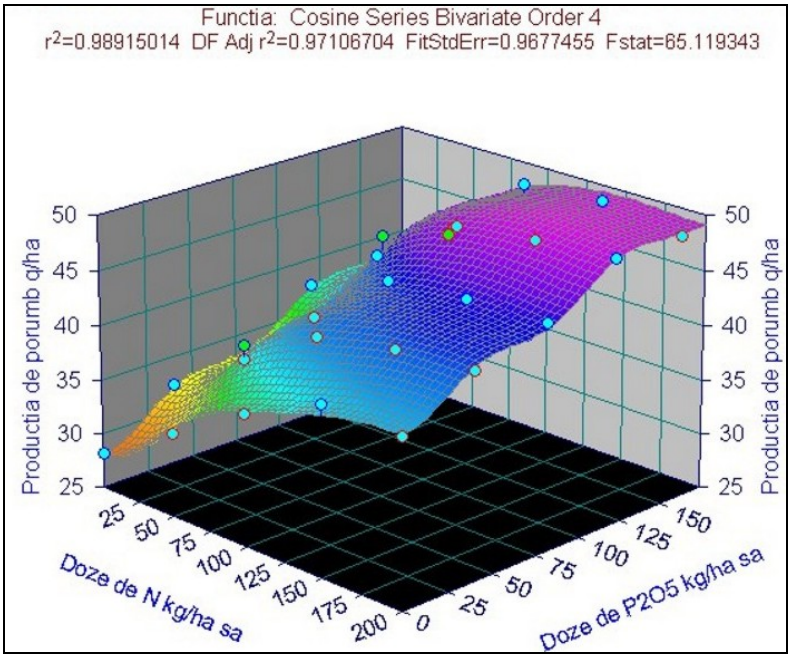


Figura 426. **Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 2, România**

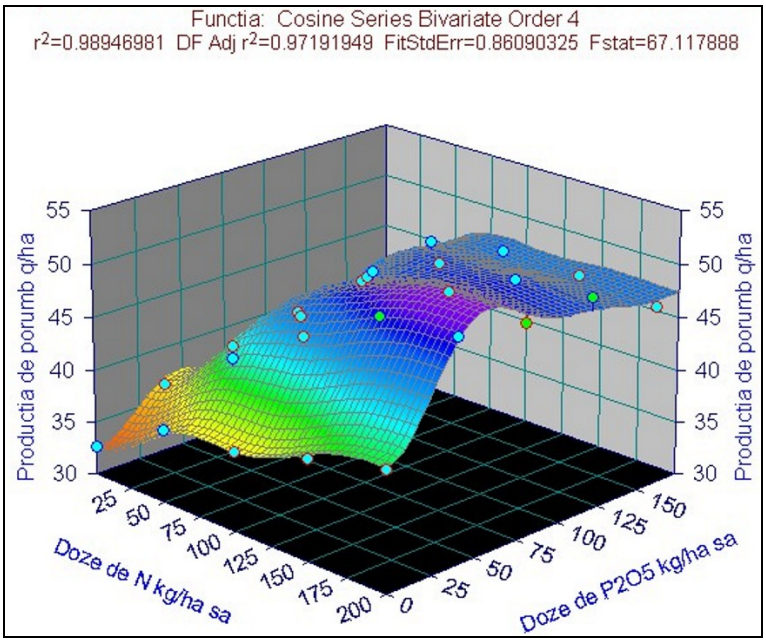


Figura 427. **Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 3, România**

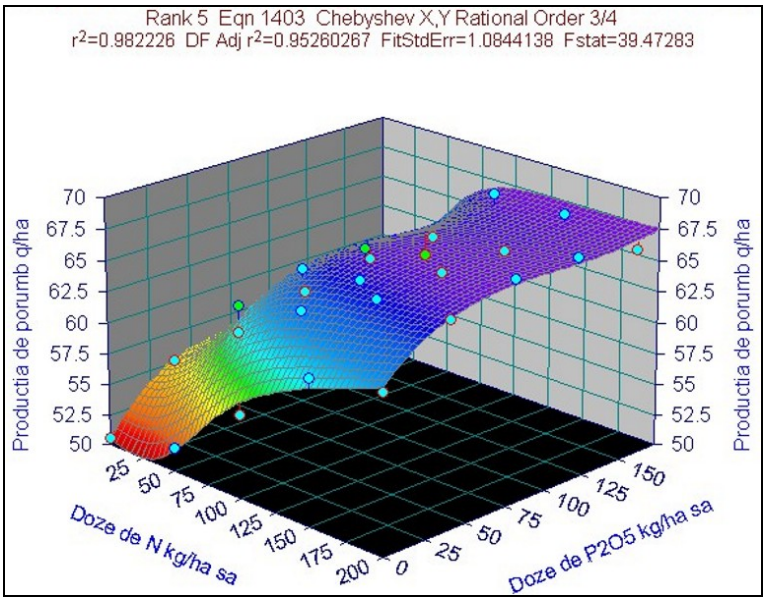


Figura 428. **Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P pe solurile de tip 4, România**
Sursa: original.

Deci, pentru solurile de tip 1:

Pmax = 37,5 q/ha = $N_{150}P_{80}$

Simularea pe funcție arată însă că o producție apropiată şi cu un caracter economic pronunțat se obține cu readucerea a 50 kg N în combinație, adică $N_{100}P_{80}$ = 37,26 q/ha. Ținând cont de consumul porumbului pentru realizarea producției, această doză pare logică, economică şi acceptabilă. Pentru doze **sub 100 kg/ha** se obțin producții în jur de 31 q/ha. Aşa că, pentru fermierii cu mai puține resurse plasați pe aceste soluri, rezultate convenabile aduce combinația $N_{50}P_{80}$ = 31,5 q/ha sau combinația $N_{50}P_{140}$ = 30,42 q/ha. Fireşte că în această ultimă situație producția de porumb solicită mult solul, bilanțul fiind în favoarea outputului, plantele extrăgând din sol mai mult decât primesc, mai ales în cazul azotului. Am arătat însă anterior că azotul poate apărea în sistem din foarte multe surse, aşa cum de fapt se va vedea şi din modelele următoare.

Pentru solurile cu un început promițător de ecologizare I_E = 3 (figura 427), valoare ecologică acceptabilă pentru agricultura României de azi, dar insuficientă pentru marea performanță producțiile oscilează de la circa 28 q/ha în varianta N_0P_0 la puțin peste 49 q/ha în varianta extrapolată $N_{200}P_{160}$.

$N_{200}P_{160}$ = 49,1 q/ha Este o variantă neeconomică deoarece aceeaşi producție de 49,5 kg/ha se obține cu doza mult mai economică $N_{150}P_{160}$.

$N_{150}P_{160}$ = 49,5 q/kg sau $N_{150}P_{120}$ = 49,1 q/ha sau N_{150} P_{80} = 45,1 q/ha

pe care o şi recomandăm producătorilor cu suficiente resurse. Reducerea cu 50 kg a dozei de azot reduce cu 4 q/ha recolta de porumb, deci

$N_{100}P_{80}$ = 44 q/ha iar $N_{100}P_{40}$ = 40,7 q/ha.

Variante uzuale folosite azi în multe zone agricole precum $N_{50}P_{40}$ = 37,4 q/ha obțin cu 11 q mai puțin decât varianta cea mai bună şi cu 700 kg/ha mai puțin decât varianta de două ori mai mare ($N_{100}P_{80}$). Rămâne ca evoluția prețurilor outputurilor să stabilească corectitudinea eficienței dozelor de N şi P_2O_5 pentru aceste soluri.

Al treilea model (figura 427) se referă la solurile cu un indice ecologic ceva mai bun I_E = 3,5 şi care cuprinde un areal întins, mai ales din Câmpia de sud. Variația producțiilor medii în condiții tehnologic relativ bune a variat de la 32,5 q/ha la N_0P_0 până la 47,4 kg/ha la variație $N_{200}P_{160}$. Nu aceasta este însă varianta cea mai bună. Evaluările reieşite din funcția 3D demonstrează că recolta cea mai mare la nivelul a 50,6 q/ha se poate obține cu combinația **$N_{150}P_{80}$**; adică **$N_{150}P_{80}$ = 50,6 q/ha**. La numai 0,5 q/ha sub aceasta recolta se situează $N_{150}P_{40}$ = 42,7 q/ha şi constituie cea mai eficientă valorificare a

azotului şi fosforului, altminteri cu 5 q/ha superioară solurilor din arealele de tip 2. De ce este posibil acest lucru în condiţii climatice, aproape asemănătoare? Cu mare probabilitate fenomenul se datorează stării ecologice mai bune, prezenţei bacteriilor mobilizatoare ale fosforului ca şi a celor asociative pentru aportul unei cantităţi suplimentare cu azot. Starea sanitară mai bună a solului conlucrează la dezvoltarea mai echilibrată a plantelor şi la o activitate productivă mai eficientă.

Al patrulea model (figura 428) este destinat solurilor cu restricţii foarte reduse de umiditate. Rezultatele arată o variaţie a producţiei de la 50,5 q/ha la N_0P_0 la 67,2 q/ha la varianta $N_{200}P_{60}$ la 67,2 q/ha la varianta $N_{200}P_{60}$ pe care însă nu o recomandăm, nefiind cel mai economic răspuns al culturii, deşi tehnic ea ocupă poziţia primară.

La numai 500 kg diferenţă se află combinaţia $N_{150}P_{80}$ cu o producţie de 66,7 q/ha, deci:

$N_{200}P_{160}$ = 67,2 q/ha
$N_{150}P_{80}$ = 66,7 q/ha - de recomandat fermelor cu resurse
$N_{100}P_{80}$ = 66,3 q/ha - şi mai convenabilă economic.

Cu varianta mult utilizată în practică $N_{50}P_{40}$ se obţin 60,4 q/ha, adică cu 700 kg/ha sub combinaţia care obţine producţia maximă. Pe asemenea soluri şi la cultura porumbului este riscantă o combinaţie atât de mică şi de aceea recomandăm cel puţin varianta $N_{100}P_{80}$ indiferent din ce sursă provin cele două elemente, cu condiţia ca fosforul să se menţină o perioadă mai îndelungată sub o formă accesibilă.

Dacă analizăm izolat efectul fiecăruia din cele două elemente nutritive de bază ne referim la figura 429, în cazul azotului şi 430, în cazul fosforului.

Azotul (figura 429) este elementul care imprimă cea mai mare creştere producţiei de porumb, şi anume de 20 q/ha pe solurile cele mai slabe, până la peste 60 q/ha pe solurile cele mai bune, în condiţii în care, repetăm, fosforul nu s-a aplicat. Altminteri, pentru obţinerea producţiei maxime sunt necesare 200 kg/ha s.a. Practica în sine nu este acceptată de Uniunea Europeană. La doza maximă de 150 kg N/ha acceptată de Uniunea Europeană, se pot obţine în absenţa fosforului pe solurile cele mai bune până la 60 q/ha, iar pe cele mai slabe până la 29,5 q/ha. În absenţa fosforului nu este însă deloc necesară creşterea dozei de azot peste 100 kg/ha, pe niciunul din solurile analizate.

Fosforul (figura 430). La creşterea dozelor de fosfor în absenţa azotului între 0 şi 160 kg/ha producţia creşte mai încet pe solurile de tip 1 mai sărace cu maximum 400 kg/ha, mai energic pe solurile de tip 2 şi 3 (500-600 kg/ha), şi tot cu 600 kg/ha creşte producţia şi în cazul celor mai bune soluri. Dozele de

40-80 kg/ha sunt însă suficiente pentru a aduce o creştere asigurată economic pe oricare din solurile studiate.

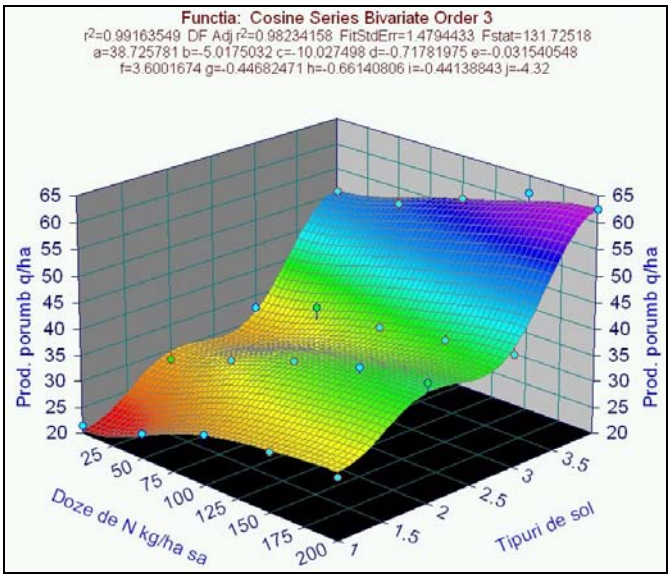


Figura 429. **Răspunsul producţiei de porumb în funcţie de tipurile de sol şi dozele de N, România**

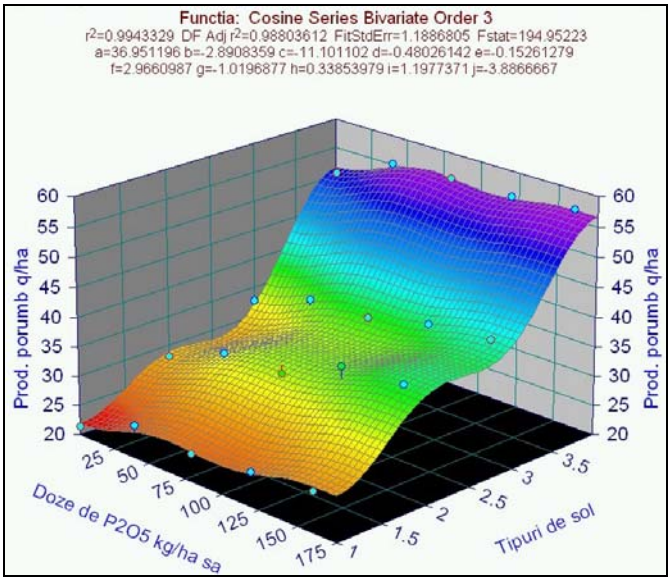


Figura 430. **Răspunsul producţiei de porumb în funcţie de tipurile de sol şi dozele de P_2O_5, România**

În final, în figura 431 prezentăm un model extrem de elaborat al producției de porumb la nivelul întregii țări pentru o medie de circa 30 de ani de monitorizare a cercetărilor în spațiul românesc. Cele patru modele, pentru patru soluri, prezentate în figurile 425, 426, 427, 428, au fost suprapuse în figura 431 pentru o mai bună comparație, din care constatăm următoarele:

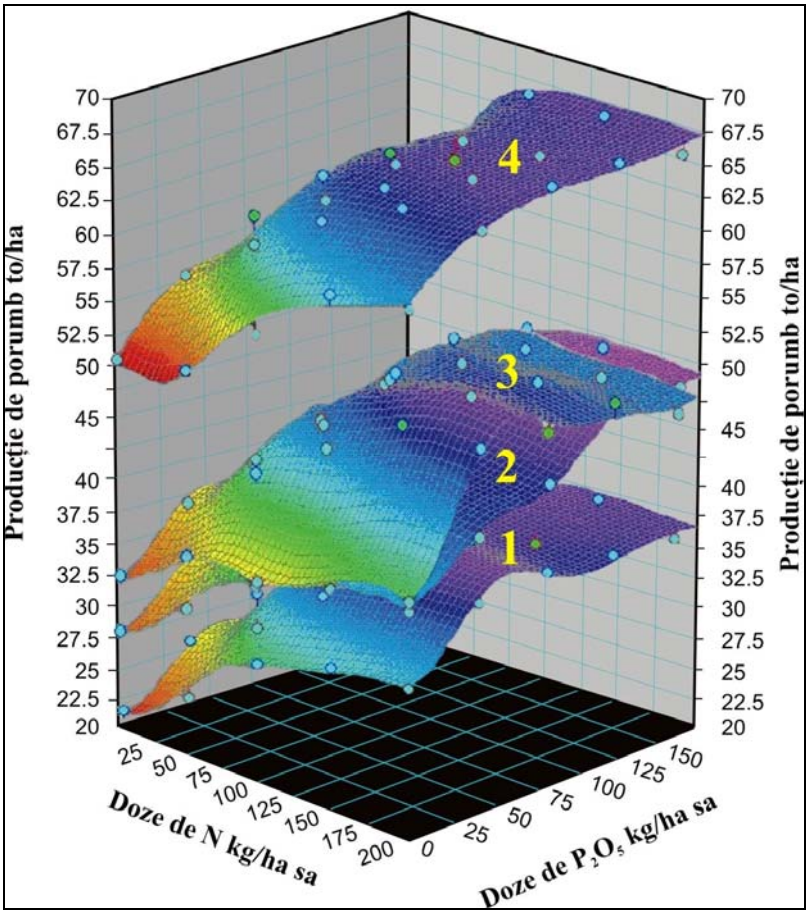


Figura 431. **Răspunsul producţiei de porumb la îngrăşămintele cu N şi P** (calculaţie autor)

Modelul din figura 431 este descris de următorul sistem de funcții:

Fz	fz1 = cosine series bivariate (x.y) order 4 (r^2 = 0,9836)
	fz2 = cosine series bivariate (x.y) order 4 (r^2 = 0,9891)
	fz3 = cosine series bivariate (x.y) order 4 (r^2 = 0,9894)
	fz4 = chebyshev x, y. Rational order 3/4 (r^2 = 0,9822)

O detaşare pronunţată a solurilor de tip 4, fără restricţii pentru regimul de apă. În acest caz, producţiile economice se deplasează spre $N_{150}P_{100}$. Pentru cazurile 3 şi 2 combinaţiile $N_{100}P_{50}$ sunt cele mai economice, deşi maximum tehnic se deplasează spre $N_{150}P_{80}$. În cazul 1, soluri sărace, ne putem mulţumi de asemenea cu combinaţii $N_{100}P_{40}$, solurile acestea neputând valorifica bine cantităţi mari de îngrăşăminte de bază.

Variaţia producţiei de porumb, în condiţiile eliminării datelor neconforme a oscilat între **20 q/ha la N_0P_0 pe solurile cele mai sărace şi aproape 68 q/ha la $N_{150}P_{80}$**. Dozele mai mari nu sunt nici economice, şi deci nici recomandate.

Aportul solurilor (62%) este mai mare decât al îngrăşămintelor de bază (max. 38%), inclusiv interacţiunile dintre ele. Modelul în sine este interesant şi pentru faptul că poate servi ca o nomogramă, care în orice moment ne poate pune la dispoziţie răspunsul culturii porumbului la îngrăşămintele de bază pe majoritatea solurilor din România.

12.3. RĂSPUNSUL FLORII-SOARELUI LA APLICAREA ÎNGRĂŞĂMINTELOR CU AZOT, FOSFOR ŞI, EVENTUAL, POTASIU ŞI MAGNEZIU

Am putea spune de la început că floarea-soarelui este o cultură specifică, care în cadrul plantelor cu utilizare tehnică oleaginoasă are un habitus mare. Altminteri, raportul între boabe şi tulpini este de 1:3, dacă ne referim la forma uscată a plantelor. Din aceste motive, dar şi din altele incomplet cunoscute, floarea-soarelui este o mare consumatoare de elemente nutritive, şi anume:

36,5 kg N
17,5 kg P_2O_5
50,0 kg K_2O
18,0 kg MgO

pentru 1 t (1000 kg) seminţe (achene)

Prin comparaţie cu culturile gramineae, consumă cu peste 35% mai mult azot şi o cantitate egală de fosfor şi bineînţeles de 2,5 ori mai mult potasiu. În funcţie de recolta obţinută pe domeniul 1,5 - 3,0 ha, floarea-soarelui extrage din sol elementele nutritive prezentate în tabelul 118.

Tabelul 118

Consumurile medii de elemente nutritive din sol pe tona de recoltă scontată (recolta principală şi cantitatea corespunzătoare de recoltă secundară) (Sursa: Dorneanu J., 2009)

Recolta scontată t/ha*	Elemente nutitive (substanţe active) consumate			
	N	P_2O_5	K_2O	MgO
1,5	54,75	26,25	75,0	27,0
2.0	73,0	35,00	100,0	36,7
2,5	91,25	43,75	125,0	45,0
3,0	109,50	52,50	150,0	54,0
*** Raportul consumului de elemente între recolta principală şi recolta secundară este egal cu 1:3.**				

Datorită sistemului ei radicular bine dezvoltat, floarea-soarelui, mai ales în varianta hibrizi, are o capacitate mare de valorificare a unor substanţe minerale greu solubile (Dorneanu, 2009). Se consideră că în acest sens unele asociaţii bacteriene favorizate de rădăcini, cum ar fi *Bacillus megaterium* şi *subtilus, Bacillus polimyxa şi Pseudomonas fluorescens* îşi aduc o contribuţie esenţială la mobilizare, în special a fosforului şi potasiului aflat adesea în forme imobilizate. Poate de aceea reacţia plantei la fosfor şi chiar la potasiu este una mică comparativ cu importanţa celor două elemente pentru formarea cantităţii, dar mai ales a calităţii producţiei. Consumul elementelor nutritive are loc după un model lent, intensitatea maximă a absorbţiei plasându-se în fazele de formare a inflorescenţelor, la înflorit şi formarea fructelor (tabelul 119).

Tabelul 119

Cantitatea de substanţă uscată acumulată şi cantităţile de elemente NPK absorbite pe parcursul diferitelor faze de vegetaţie

Fazele de vegetaţie	Cantitatea de substanţă uscată	Cantitatea de elemente nutritive absorbite, %		
	%	P_2O_5	K_2O	MgO
Formarea capitulelor (calathidiilor)	39	60	42	56
Sfârşitul înfloririi	67	92	54	88
Formarea achenelor (seminţelor)	75	100	71	56

În esenţă până la formarea achenelor (75% substanţă uscată) este preluată întreaga cantitate de azot necesară, dar numai 71% din **P_2O_5 -** ul necesar şi puţin peste jumătate (56%) din cantitatea de potasiu absolut necesar. Dezechilibrele în nutriţie sunt dăunătoare. Excesul de azot, de pildă, dezvoltă

excesiv biomasa verde în defavoarea fructificării, iar insuficiența potasiului, situație rar întâlnită în România, creează mari probleme cantității şi calității uleiului.

În general, solurile României au cantități suficiente de potasiu pentru a asigura necesarul florii-soarelui. Totuşi, cercetări efectuate de Coculescu şi colab., 1969, Davidescu şi colab., 1963, Rusu C., 2000 şi alții, toți citați de Dorneanu, demonstrează că potasiul poate, la rândul său, să mărească suplimentar producția în zonele cu mai puțin potasiu în sol cu până la 10% (tabelul 120). Zonele mai sărace în potasiu, după Coculescu, se află în estul țării - Brăila, Tecuci, Iaşi, unde variantele îngrăşate complet cu azot, fosfor şi potasiu aduc sporuri de până la 57% comparativ cu cernozioamele din Mărculeşti, Fundulea şi Călăraşi, unde sporurile totale se situează între 15-21% din care numai 5% sunt generate de potasiu, restul aparținând azotului şi fosforului.

Tabelul 120

Influența îngrăşămintelor cu azot, fosfor şi potasiu pe diferite tipuri de cernoziom din sudul țării (După Coculescu şi colab., 1969, citat de Dorneanu A.)

Variantele de fertilizare	Tipurile de sol şi durata experimentărilor							
	Cernoziom vermic Brăila 3 ani		Cernoziom vermic Mărculeşti 5 ani		Cernoziom cambic Fundulea 3 ani		Cernoziom cambic Caracal 3 ani	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Nefertilizat	1710	100,0	2720	100,0	2420	100,0	2170	100,0
N - 96	2260	132,2	2900	106,7	2490	102,3	2260	104,1
N-96, P_2O_5-96	2530	147,9	3130	115,0	2780	114,9	2430	111,9
N-96, P_2O_5-96, K_2O-80	2680	156,7	3290	120,9	2910	120,3	2550	117,5
DL 5%	120	-	130	-	120	-	120	-

Autorii subliniază, de asemenea, în lucrările lor că sub 1500 kg/ha semințe floarea-soarelui cultura nu reacționează deloc la aplicarea antropică a potasiului, acesta găsindu-se în cantități suficiente în solurile noastre.

Dorneanu A. susține că cele mai bune rapoarte între principalele 3 elemente de nutriție N:P:K sunt de 1:1:1 cu doze de 80-100 kg/ha. Se va vedea din modelul nostru că floarea-soarelui reacționează cu sporuri relativ mici la doze relativ mari de N, P şi K, şi că dozele propuse în tabelele 121 şi 122 sunt aproape de realitate.

Tabelul 121

Influența îngrășămintelor minerale cu potasiu asupra producției de floarea-soarelui pe sol cernoziomic de fâneață Lovrin-Timiș
(după D. Davidescu și colab., 1963.)

Variantele de fertilizare	Producţia medie pe 3 ani	
	kg/ha	%
Nefertilizat	3289	100,0
N-96, P_2O_5-96	3781	115,2
N-96, P_2O_5-96, K_2O-80	3990	121,3
DL 5%	246	-

Tabelul 122

Influența îngrășămintelor minerale cu potasiu asupra producției de floarea-soarelui pe cernoziom cambic Podu-Iloaiei (după C. Rusu, 2000)

Variantele de fertilizare	Producţia medie pe 3 ani	
	kg/ha	*%*
Nefertilizat	1060	100,0
N-96, P_2O_5-96	1600	169,8
N-96, P_2O_5-96, K_2O-80	1890	178,3
DL 5%	213	-

Pe solurile naturale cu aport freatic de la Lovrin producțiile obținute pe aceste soiuri sunt mari, dar sporurile relativ mici – 15% (azot + fosfor) și încă 6% spor adus de potasiu. Pe pantele de la Podu-Iloaiei, datorită pierderilor de azot cauzat de eroziune, producțiile sunt mici dar sporurile mari + 70% adus de N și P (dar sub 600 kg în valori absolute) și mici 290 kg adus de K_2O, adică încă un plus de circa 9%.

Pe cernozioamele de dincolo de Prut (Moldova), conform datelor publicate de Stefanov Ivan (2010), la un nivel al producției situat în jur de 20 q/ha într-o experiență efectuată în perioada 2001-2003 sporurile maxime obținute cu o încărcătură chimică de $N_{90}P_{75}K_{180}$ se ridică la doar 5,5 q/ha deasupra martorului, cele 180 kg K_2O, nejustificându-se în niciun fel necesitatea aplicării.

Tabelul 123

Rezultate cu îngrășăminte la floarea-soarelui în Republica Moldova
(după Ştefanov Ivan, 2010)

Nr. crt.	Variantă	Diferenţă q/ha		
		faţă de martor 1	faţă de martor 2	-
1	Martor	18,6	martor 1	0
2	$N_{75}P_{38}$	22,1	+ 3,5*	martor 2
3	$N_{90}P_{75}K_{180}$	24,1	+ 5,5*	+ 2,0
DL 5% = 3,05				

Acelaşi autor face analize de detaliu asupra conţinutului de ulei din seminţele de floarea-soarelui. Şi deşi potasiul este considerat un nutrient al calităţii, aceste analize recente arată următoarele procente în ulei brut:

Tabelul 124

Conţinutul în ulei pe experienţe cu îngrăşăminte efectuate în Republica Moldova (după Ştefanov Ivan, 2010)

Nr. crt.	Varianta	% ulei	
		Valoare totală %	Diferenţă
1	Martor	49,9	martor
2	$N_{50}P_{25}K_{60}$	52,7	+ 2,8
3	$N_{50}P_{25}$	52,1	+ 2,2
4	$P_{25}K_{60}$	52,3	+ 2,4
5	$N_{90}P_{75}K_{180}$	51,5	+ 1,6

Cu siguranţă că o încărcătură masivă cu potasiu nu îşi are rost nici din punct de vedere al justificării calităţii, alegerea cantităţii şi calităţii dozelor fiind necesar a fi efectuată cu multă atenţie şi cu consultarea unor specialişti consacraţi.

Atenţie!
Floarea-soarelui poate ignora îngrăşămintele aplicate şi poate epuiza nutrienţii din rezervele solului, inclusiv din humus. Din această cauză, recedarea către sol în mod deosebit în formă organică a acestora este o regulă ce trebuie respectată.

12.3.1. Modelele reacţiei culturii de floarea-soarelui în funcţie de azot şi fosfor

De la început este bine să precizăm că într-o tonă de achene de floarea soarelui întâlnim, la o calitate medie a producţiei, următoarele cantităţi de elemente:

				Preţul
o tonă seminţe floarea-soarelui	→	30 kg N	→	cca 1,1 euro
		10 kg P_2O_5	→	cca. 2,29 euro
		11 kg K_2O	→	cca. 0,72 euro

Cu aceste date se poate calcula valoarea efectivă a îngrăşămintelor în fiecare tonă de seminţe, şi anume (preţuri octombrie 2010):

o tonă seminţe floarea soarelui	→ 33 euro N → 22,9 euro P_2O_5 → 8,0 euro K_2O	64 euro/to

O tonă de floarea-soarelui se vinde azi cu 330 euro. Deci, îngrăşămintele din sămânţă ocupă 19% din valoarea producţiei, la care se adaugă cele din tulpini şi rădăcini, altminteri reciclabile dacă sunt reîncorporate în sol. De aceea, pentru fiecare kilogram de NPK este necesar a fi bine judecată aplicarea lui.

De regulă, elementele minerale aplicate singure aduc sporuri reduse, atât la azot (figura 432) cât şi la fosfor (figura 433). Lucrând pe date culese multianual (8 - 11 ani) din diferite zone ale ţării constatăm că pe intervalul 0 - 175 kg N aplicat florii-soarelui (figura 432), la azotul aplicat singur, o creştere accentuată a recoltei o întâlnim pe intervalul 0 - 80 kg (+ 5,1 q/ha), adică 6,4 kg boabe/1 kg azot.

6 kg boabe = 2,01 euro 1 kg azot = 1,10 euro	Diferenţa pozitivă = 0,91 euro/1 kg azot

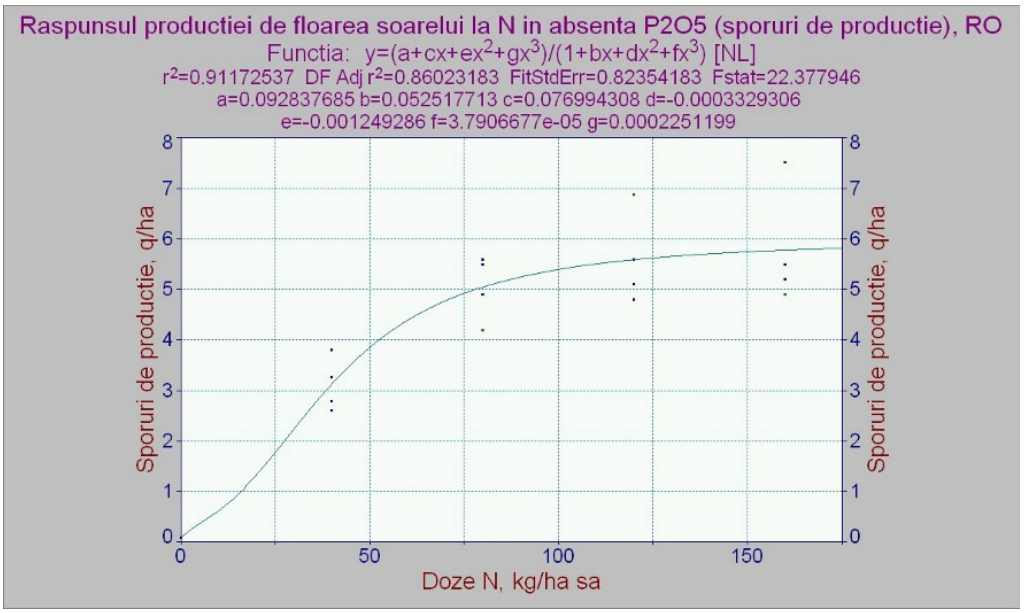


Figura 432. **Răspunsul producţiei de floarea-soarelui la N în absenţa P_2O_5 (sporuri de producţie), România** (original)

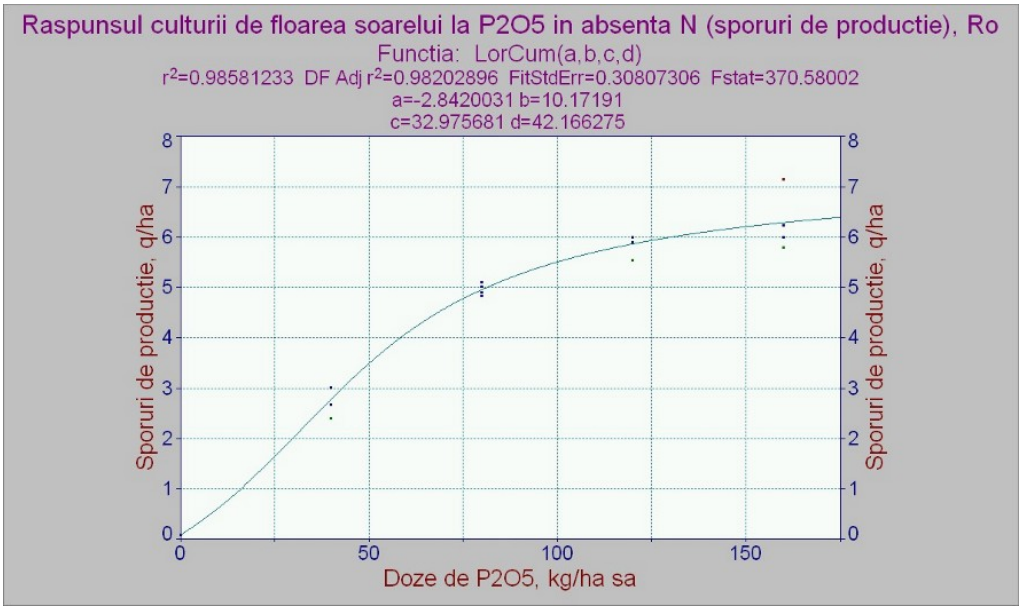


Figura 433. **Răspunsul culturii de floarea-soarelui la P_2O_5 în absenţa N (sporuri de producţie), România** (original)

Prin dublarea dozei de azot de la 80 la 160, producţia mai creşte cu doar 0,7 q = 70 kg - ceea ce nu justifică deloc efortul material.

În cazul fosforului (figura 433) lucrurile stau asemănător. Prin creşterea dozelor de fosfor de la 0 la 80 kg/ha se obţine un spor de producţie de 500 kg, adică 6,25 kg boabe x 0,335 euro/kg = 2,1 euro pentru 1 kg fosfor. În acest caz realizarea nu acoperă costul (2,1 realizat faţă de 2,29 cheltuit).

În general, nicio doză de azot nu-şi acoperă costurile atunci când acesta se aplică singur. În consecinţă, el nu este necesar a se aplica singur. Preţul fosforului este, de fapt, mult mai mare decât al celorlalţi nutrienţi. Modelul bifactorial al acţiunii azotului şi fosforului asupra creşterii producţiei de floarea soarelui este prezentat în figura 434.

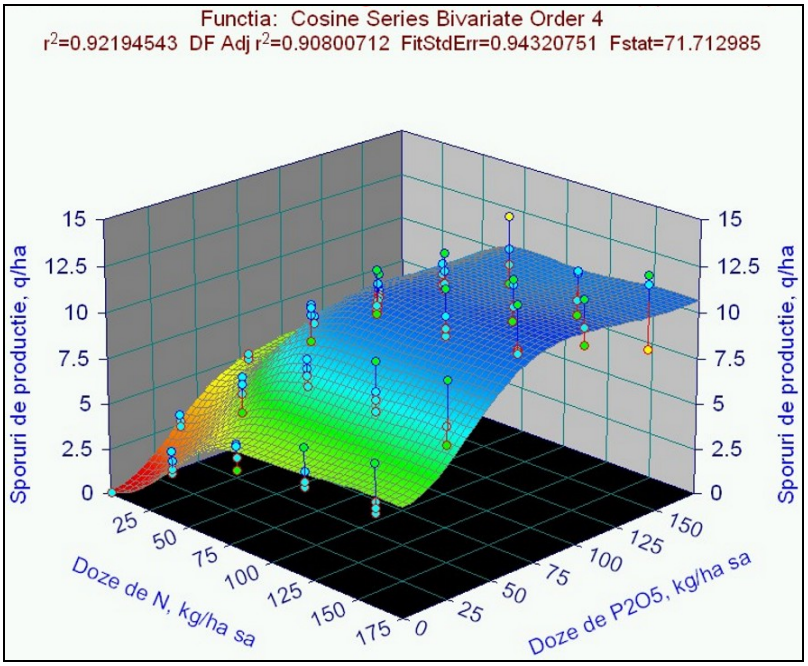


Figura 434. **Răspunsul culturii de floarea-soarelui la îngrăşămintele cu N şi P (sporuri de producţie), România** (original)

Modelul ne indică o creştere relativ accentuată a producţiei până la doze medii de N şi P. De exemplu, la doze de $N_{80}P_{60}$ sporul de producţie este de 10 q/ha. Sporul maxim se obţine la $N_{160}P_{100}$ = 11,2 q/ha.

Prin dublarea dozei de azot şi creşterea cu 40 kg a dozei de fosfor, se obţine un supliment de producţie de numai 120 kg/ha, ceea ce nu se justifică deloc economic, şi nici tehnic.

Majoritatea agricultorilor din România care practică agricultura la nivel tehnologic mediu folosesc fie combinația $N_{60}P_{80}$, în care caz se obțin + 7,4 q/ha, fie una şi mai economică $N_{50}P_{40}$, în care caz obțin + 6,6 q/ha.

Comparând rezultatele obținute prin modelul 434 cu cele din figurile 432 şi 433 constatăm că în niciun caz utilizarea N + P la floarea-soarelui nu obține efecte sinergice, în medie în România. Nici măcar cumulative.

Dacă luăm în considerare doza recomandată $N_{80}P_{60}$ = 10 q/ha, fiecare în parte aduc următoarele sporuri de recolte:

N_{80} = 5,1 q/ha

P_{60} = 4,1 q/ha

9,2 q/ha < $N_{60}P_{80}$ = 10 q/ha

Dacă facem un desen al acestei situații puțin întâlnite la alte culturi, atunci ea se prezintă ca în figura 435. Diferența între 10 q şi 9,2 q/ha (suma individualelor) nefiind semnificativă.

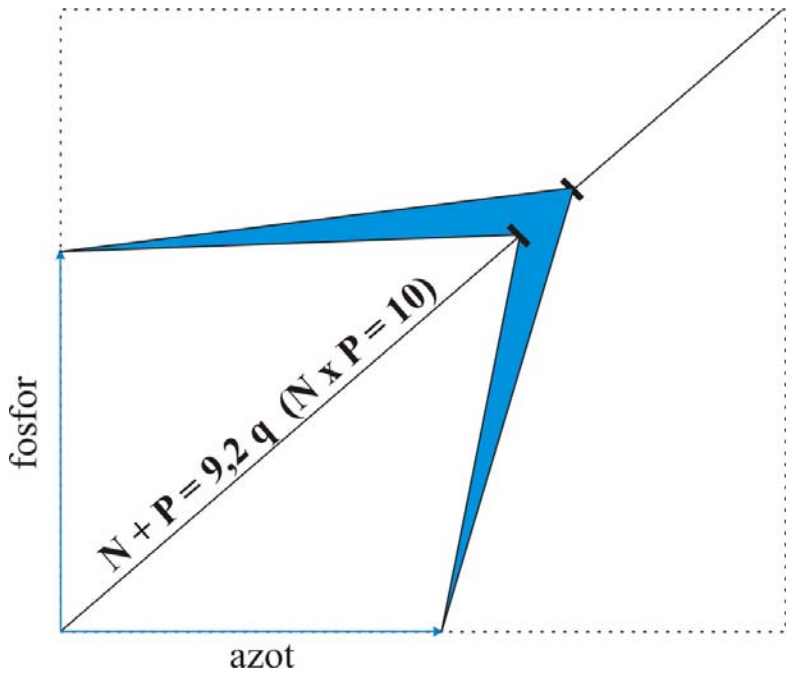


Figura 435. **Schema lipsei de sinergism în aplicarea combinaţiilor N x P comparativ cu N + P la floarea-soarelui. Evaluare pe termen lung în România** (viziune autor)

Acestea au fost rezultate statistice, bazate pe cercetări şi observații culese de autor sau efectuate de acesta în cei peste 30 de ani de lucru.

Mai adăugăm totuşi faptul că pe unele soluri din estul ţării apare ca necesar şi potasiul pentru două considerente.

La doza K_{60} (60 kg s.a. /ha) potasiul poate aduce un spor de producţie de circa 5% = 200 - 250 kg/ha suplimentar la sporul adus de N x P ($N_{80}P_{60}$) şi o creştere a conţinutului de ulei de 1,5% care conduce la mărirea producţiei de ulei/ha şi la calitatea acestuia.

Pe aceste soluri se recomandă doza $N_{80}P_{60}K_{60}$ în actualele condiţii climatice care poate aduce faţă de neîngrăşat un spor de producţie de 1200 kg/ha.

Subliniem, de asemenea, constatarea că în condiţii de secetă valorificarea îngrăşămintelor chimice scade cu 20% la fiecare 25 mm deficit de ploi faţă de o normală care poate asigura la doza recomandată 3000 kg/ha în condiţiile unor tehnologii moderne ca cele de azi.

Pentru zone de irigare sau cu aport freatic răspunsul florii-soarelui la îngrăşăminte chimice este cu mult mai mare. În acest caz doza poate fi ridicată până la $N_{140}P_{200}K_{60}$ în care caz ne putem aştepta la sporuri de producţie de până la 1600 kg/ha.

Răspunsul relativ mic în raport cu celelalte culturi prezentate deja anterior nu trebuie să ne conducă în niciun fel la concluzia că asigurarea nutriţională la floarea-soarelui ar fi o problemă secundară. Dimpotrivă, neaplicarea îngrăşămintelor chimice sau organice sau eventual neîncorporarea resturilor organice, ori nefolosirea unor asolamente potrivite ar conduce rapid spre reducerea drastică a producţiei de floarea-soarelui şi la transformarea ei într-o plantă premergătoare extrem de defectuoasă, mai ales pentru culturile de cereale sau porumb.

Rezultatele din alte ţări ale lumii arată răspunsuri identice sau diferite.

În Nigeria doza recomandată este $N_{60}P_{30}$ cu un spor de producţie de până la 40% (Olowe V.I. şi colab., 2005). În Statele Unite există două modele de calculare şi a dozelor.

a) Pornind de la analiza solului prin diferite formule şi ecuaţii de ajustare cum ar fi (Dahnke W.C. şi colab., 1992):

Azot recomandat = 0,05 YG - STN + SDA - PCC

în care:

YG = biomasa totală

STN = azotul prezent în sol

SDA = ajustări oferite de reanalizarea solului
PCC = recolta planificată a se obține

Fosfor recomandat = (0,0225 - 0,0014 STP) YG

în care STP = fosforul mobil găsit în sol.
Şi, în fine:

Potasiu recomandat = (0041100 - 0,00027 STK) YG

în care: STK = potasiu mobil găsit în sol.

b) A doua cale pleacă de la experiențele universităților şi ale practicii, şi recomandă doza de $N_{80\text{-}100}P_{80}K_{120}$.

În India, Pubkrishi (www.pubkrishi.com) recomandă pentru o producție de 14 q/ha doza de $N_{60\text{-}80}P_{60}K_{40}$. În Bangldesh la niveluri ale producției în jur de 2000 kg/ha Johangir A.A.. şi colab. (2006) recomandă doza de $N_{100}P_{60}$ pentru o producție de 2000 kg/ha şi un spor de numai 220 kg/ha. Doza de $N_{80}P_{45}$ obține aceeaşi recoltă ca martorul nefertilizat.

Încheiem această incursiune prin literatura universală cu rezultatele unui grup de cercetători din SUA (Geleta S. şi colab., 1997) care constată următoarele:

Varianta optim recomandată este de $N_{90}P_{80}$, în care caz se pot obține în majoritatea locațiilor experimentale sporuri de până la 1120 kg/ha. Creşterea dozelor de azot conduc la reducerea conținutului în ulei. Fosforul singur în doza de P_{80} nu are un efect semnificativ. Precipitațiile şi umiditatea solului ca şi alți factori de viață (starea ecologică a solului) influențează pozitiv utilizarea fertilizanților de bază.

12.3.2. Concluzii

1. Floarea-soarelui reacționează la îngrăşămintele de bază NPK în măsură mai redusă decât necesarul plantei. Planta, cultura, poate epuiza solul dacă noi cădem în capcana neaplicării îngrăşămintelor.

2. În majoritatea țărilor dezvoltate se ține cont şi de rezerva solului (bilanțul) în elementele nutritive implicate. Nu însă în țările mediu sau slab dezvoltate.

3. Răspunsul culturii florii-soarelui la fertilizarea de bază poate fi îmbunătățit prin optimizarea factorilor de vegetație (apă, aer, sol – biodiversitate).

12.4. RĂSPUNSUL CULTURII DE RAPIŢĂ LA APLICAREA ÎNGRĂŞĂMINTELOR CHIMICE

Rapița este pentru România o cultură nouă. Din această cauză cercetarea românească nu dispune de suficiente date pentru a alcătui modele complexe de tipul celor anterioare. De douăzeci de ani rapița se cultivă în România pe suprafețe din ce în ce mai mari datorită prețurilor atractive pe care le oferă cultivatorilor.

Rapița este însă o cultură dificilă, necesită o tehnologie îngrijită, cu pretenții mari față de asolament şi plante premergătoare, are numeroase boli şi diverşi dăunători care se cer controlați şi nu în ultimul rând necesită o nutriție specifică corelată cu solul dar şi cu soiul sau hibridul cultivat.

Conform marilor societăți care comercializează semințe de rapiță şi în paralel au preocupări privind îmbunătățirea tehnologiilor, rapița pentru semințe are următoarele consumuri în care intră producția principală şi biomasa reziduală (tulpinile) (tabelul 125).

Tabelul 125

Consumul integrat de elemente nutritive la cultura rapiței

Elementele nutritive	Consumul integrat de N, P_2O_5, K_2O pentru fiecare tonă de semințe
N	50 - 60
P	25 - 30
K	35 - 80

Sursa: Pioneer – 2010, corectat cu informații din alte surse şi determinări proprii

Dozele recomandate de Pioneer în absența şi a bilanțului elementelor nutritive este foarte largă, şi anume:

$N_{80\text{-}180}$
$P_2O_{5\ 50\text{-}120}$
$K_2O_{\ 65\text{-}150}$

La aceste doze, în funcție de apă, căldură şi tehnologii se pot obține producții între 1800 şi 3200 kg/ha.

S-a observat din tabelul de mai sus că, pe fond, consumul de elemente nutritive pentru realizarea producției este comparativ cu grânele premium de peste două ori mai mare la azot şi fosfor, şi de peste trei ori mai mare la potasiu. Din aceste motive analizele solului şi/sau bilanțul elementelor nutritive devine foarte necesar.

Sondaje efectuate de CETIOM (Franța) (Oleoscope nr. 82/2005), citat de Agriplus arată că scopul fermierilor francezi este acela de a ținti o producție de 5 t/ha, iar pentru aceasta ei au utilizat între 50 şi 260 kg N/ha, media 167 kg/ha, revenind 33,5 kg/t. Se presupune că restul azotului necesar realizării producției a fost atras din alte resurse, reciclarea tulpinilor şi a altor resturi agricole fiind cu mare probabilitate sursa de bază pentru compensarea lipsei. Cantitățile de fosfor se mențin la 120 kg/ha P_2O_5 iar cele de potasiu la 160 kg/ha.

În România, răspunsul rapiței la îngrăşăminte a fost extrem de diferit de la un an la altul şi de la o zonă la alta. În cele mai multe cazuri doza în România este dictată de resursele financiare şi nu de răspunsul culturii. Din această cauză, doza de N_{120} este rar întâlnită. SC Grifco SA Băneasa Giurgiu, SC 3 Brazi, Insula Mare a Brăilei şi SC AgroFarmProd SRL Feteşti au aplicat N_{120}-$N_{130,}$ iar producția nu a scăzut niciodată sub 2,5 t. (Agriplus – *Politici agrare – Fertilizarea culturii rapiței*).

În Insula Mare a Brăilei folosind doza de N_{120} producția a variat între 3,5 t în 2004 şi 3 t/ha în 2006. Tot în Insula Mare a Brăilei s-au făcut experimente interesante cu diferite combinații NP, iar rezultatele sunt prezentate în tabelul 126.

Tabelul 126

Rezultatele obținute cu diferite doze de îngrăşăminte la rapiță IMB – 2006

Variante	Producţie kg/ha	Diferenţă	%
Nefertilizat	1248	mt	100
N_{100} - primăvara P_2O_5 - toamna	2312	- 1064	+ 85,2
N_{140} 40 - toamna + P_2O_5 - 60 t 100 primăvara	3811	+ 2563	305

Pe aceste soluri neconsolidate ecologic, dar în care apa nu a constituit un factor de restricție cu $N_{140}P_{60}$ s-au putut obține recolte de 3 ori mai mari decât la nefertilizat, justificarea aplicării dozei având un suport atât tehnic cât şi economic.

În condiții din Germania de Est (Albert, 2005), maximum tehnic al producției de rapiță se obține cu doze de N_{200}, iar sporul de producție este de 1,8 ori mai mare decât la neîngrăşat şi cu 42% mai mare decât doza care obține maximum tehnic la grâu ($N_{150} = 1,38 \times N_0$). Față de efectul azotului la porumb şi sfeclă, efectul este de 1,5 ori mai mare la doze optime pentru ultimele două culturi de circa N_{100} (figura 436).

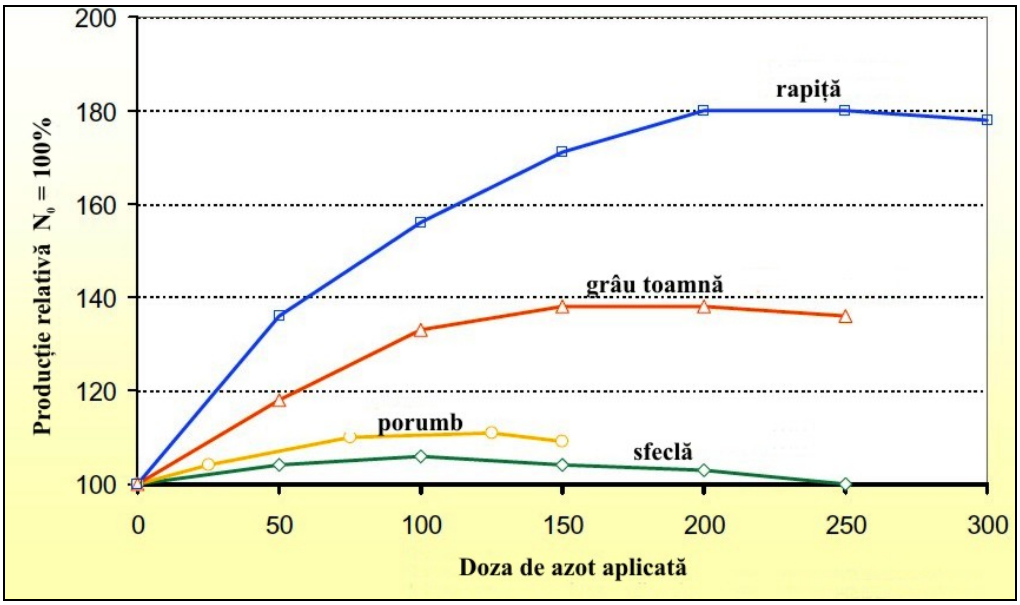


Figura 436. **Comparații privind acțiunea azotului la diferite culturi. Media pe 9 ani. Cercetări staționare** (**Sursa:** CETIOM)

Atât cercetătorii germani (Huber – Uni-Kiel), cât şi cei francezi (CETIOM) sunt de acord că rapița este o plantă foarte mare consumatoare de azot. Între germani şi francezi calcularea dozei se face diferit (figura 437).

Germania	**Franţa**
Doza = cantitatea necesară prin calculul consumului = 180 - 200 kg/ha minus N_{min}	Doza = producţie planificată x necesar/unitate = necesar minus x Azotul preluat peste iarnă = azot ce rămâne a fi livrat
Cantitatea necesară poate fi suplimentată în condiţii optime ale factorilor de vegetaţie.	

Figura 437. **Comparaţie între calcularea dozei de azot în Germania şi Franţa** (Huber, 2005)

În condiții climatice bune, absorbția azotului peste iarnă poate să fie foarte mare. O absorbție medie pentru 195 parcele în 2004 a măsurat 90 kg N/ha cu variații între 20 şi 210 kg/ha.

Făcând sondaje şi cântărind masa verde utilizând cel puţin patru repetiţii putem să calculăm cantitatea de azot legată în plante, şi anume:

Azot legat = biomasa verde × [65 (zone sudice) sau 70 (zone nordice)]

Aceste cunoştinţe teoretice pot conduce la realizarea unor modele de optimizare a azotului, care însă au mai puţină aplicabilitate în România şi de aceea nu le vom prezenta. Programul de nutriţie al rapiţei în viziunea LBL (2004) arată astfel:

Tabelul 127

Răspunsul rapiţei la îngrăşare raţională într-un număr de 31 locaţii, Germania, 2004 (Sursa: LBL)

Forma de îngrăşă-mânt / Cultură	Producţie q/ha	N	P_2O_5	K_2O	Mg	În caz de necesitate		
						S	B	Mn
Seminţe rapiţă + paie rapiţă	35 65	140	80	140	20	40	-	-

Aceste date seamănă foarte mult cu cele utilizate în România la Insula Mare a Brăilei, apa nefiind un factor de restricţie.

Revenind în România, constatăm că atât Sin (2000) cât şi Bîlteanu (2001) utilizează intervale largi în recomandarea îngrăşămintelor în general, şi anume:

80 - 160 kg N/ha
50 - 80 kg P_2O_5/ha
80 kg/ha K_2O — Sin – Fundulea (2000)

90 - 130 kg N/ha
60 - 80 kg P_2O_5/ha
60 - 80 kg K_2O/ha — Bîlteanu (2001)

Producţiile obţinute sunt şi ele variabile – 1800 – 3000 kg/ha. O variabilitate mare atât a dozelor cât şi a producţiilor pe fondul unor niveluri ridicate ale îngrăşării.

În ceea ce priveşte sistemul radicular al rapiţei, ca şi floarea-soarelui dispune de oportunitatea de a-şi dizolva şi prelua singură o parte din rezerva de

fosfor a solului. Fenomenul este prezent mai ales în iarnă, pe solurile nordice (Germania - Franța, Belgia, Olanda) etc.

În România există o probabilitate mai redusă a absorbției fosfaților. Din aceste motive, aplicațiile foliare cu fosfor mobil pot fi uneori benefice. Eficacitatea lor depinde foarte mult de umiditatea din sol şi aer.

Conținutul de fosfor din sol scade mult, în condiții în care nu se aplică fosforul din îngrăşăminte, dar se menține ridicat, inclusiv în formă mobilă, dacă îngrăşământul cu fosfor este aplicat cu doză de P_{80}- P_{160} (figura 438).

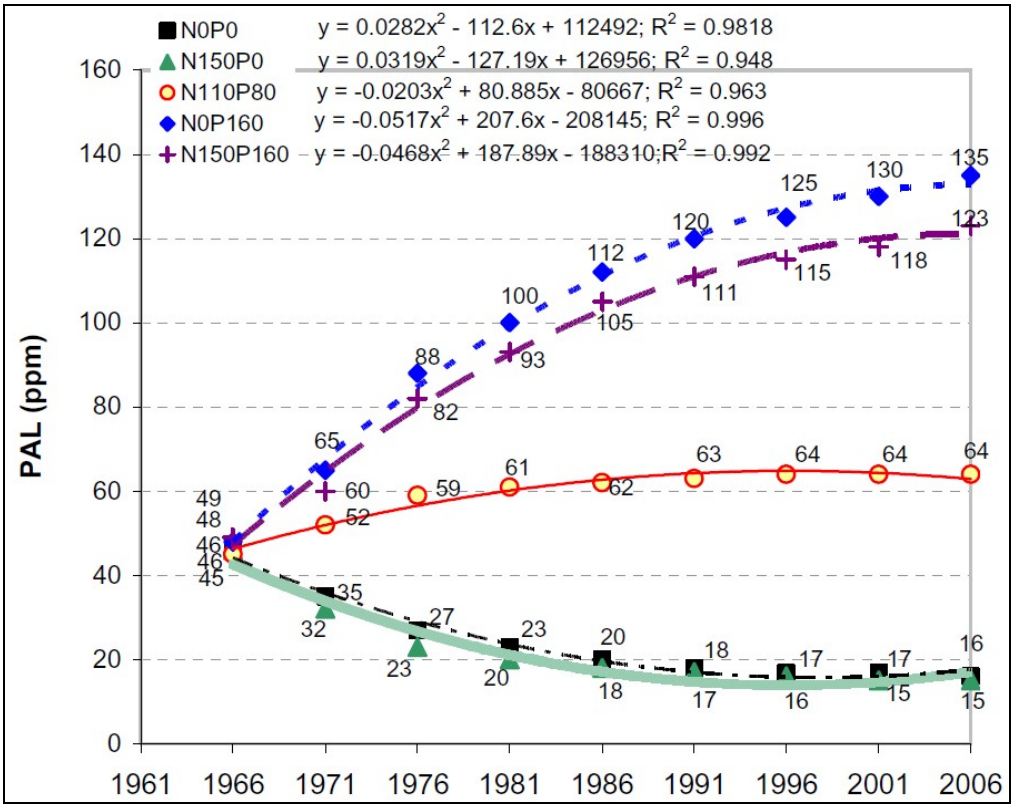


Figura 438. **Efectul dozelor de fosfor aplicate pe termen lung asupra rezervei din sol. Fundulea, România** (Burlacu G., Popescu A., Maravela V., 2007)

Analize efectuate de noi în zona Fundulea în octombrie 2010 după o cultură de rapiță neîngrăşată indică în sol următoarea situație nutrițională în primii 25 cm ai solului:

- Humus: 3,6%
- Fosfor mobil: 2,0 mg/100 g sol

- Potasiu: 13,0 mg/100 g sol
- Magneziu: 35 mg/100 g sol
- pH: 5,9

(Analize efectuate de DLG, Germania)

Aceste rezultate obținute la scurtă vreme de la recoltarea rapiței arată o situație catastrofală pentru cultura de grâu care urmează. Rapița, care nu a primit îngrăşăminte, devine o proastă premergătoare, inclusiv pentru grâu.

Limbrunner şi colab.(2009) susțin, pe bună dreptate, că rapița la o producție de 4000 kg/ha în momentul înfloririi blochează în biomasă 300 kg N/ha, dar cu recolta vor pleca numai 150 kg. Numai o parte din acest azot poate rămâne în resturile vegetale, iar o altă parte poate scăpa bilanțului plantă - sol şi poate migra în profunzime în afara perimetrului. De aceea, pentru anii 2009, 2010 şi 2011 a fost făcută recomandarea ca dozele de peste 220 kg/ha să fie divizate în 3-4 aplicații a câte maximum 60 kg/ha.

De la doze de 140 kg N/ha producția nu mai creşte vizibil, creşterile nu mai sunt asigurate statistic, în schimb se constată o scădere semnificativă a conținutului de ulei din semințe de la circa 58% în varianta netratată la 46,4, respectiv 45,9% în variantele îngrăşate cu 120 şi 140 kg N/ha şi la 42,7% în varianta care a primit 240 kg/ha (figura 439).

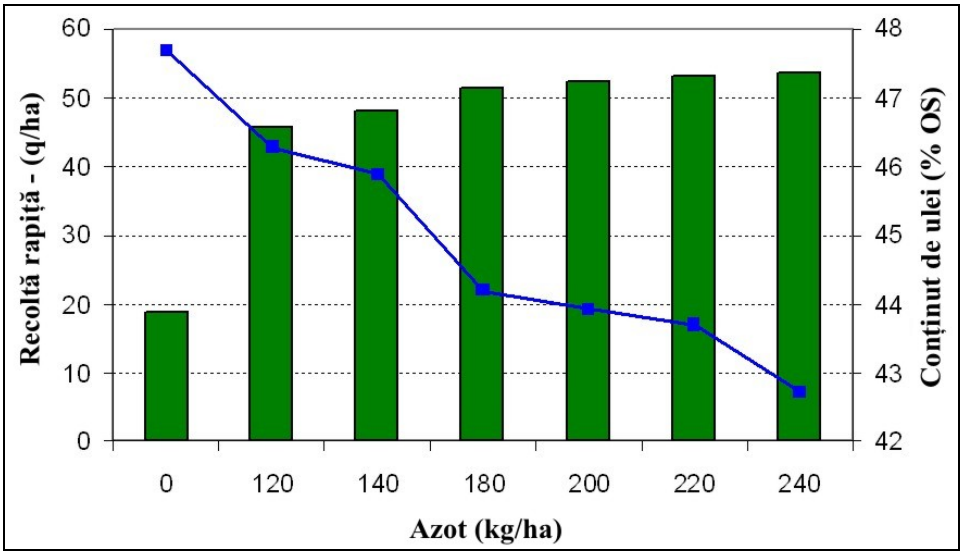


Figura 439. **Efectul azotului asupra conținutului în ulei la rapiță**
(după Limbrunner şi colab., 2009)

Nu se poate explica cu exactitate de ce agricultorii germani aplică doze de până la 240 kg/ha, dacă producția de ulei este în acest caz mai mică decât la jumătate de doză de azot. Concret:

Doza 120 kg N/ha → 2134 l ulei/ha

Doza 240 kg N/ha/ha → 2020 l ulei/ ha

Această dilemă i-a determinat pe cercetătorii şi consultanții germani să solicite imperios reducerea dozei de azot la maximum 160 kg/ha, divizată în trei aplicații şi cu o creştere a producției de la 48,7 la 52,7 /ha, iar valoarea veniturilor fără costurile azotului cresc de la 1517 la 1603 euro/ha.

Cantitățile de fosfor rămân cantonate în zona lui P_{80}, iar potasiul de asemenea la K_{80}. Aplicarea alături de azot a dozelor de fosfor şi potasiu corectează cu circa 2,5% conținutul de ulei față de N_{160} aplicat singur.

Concluzia acestui subcapitol este greu de definit. În figura 440 am încercat să efectuăm o sinteză pentru România, utilizând însă şi rezultatele cercetărilor, mai ales din țările mari cultivatoare din vestul Europei.

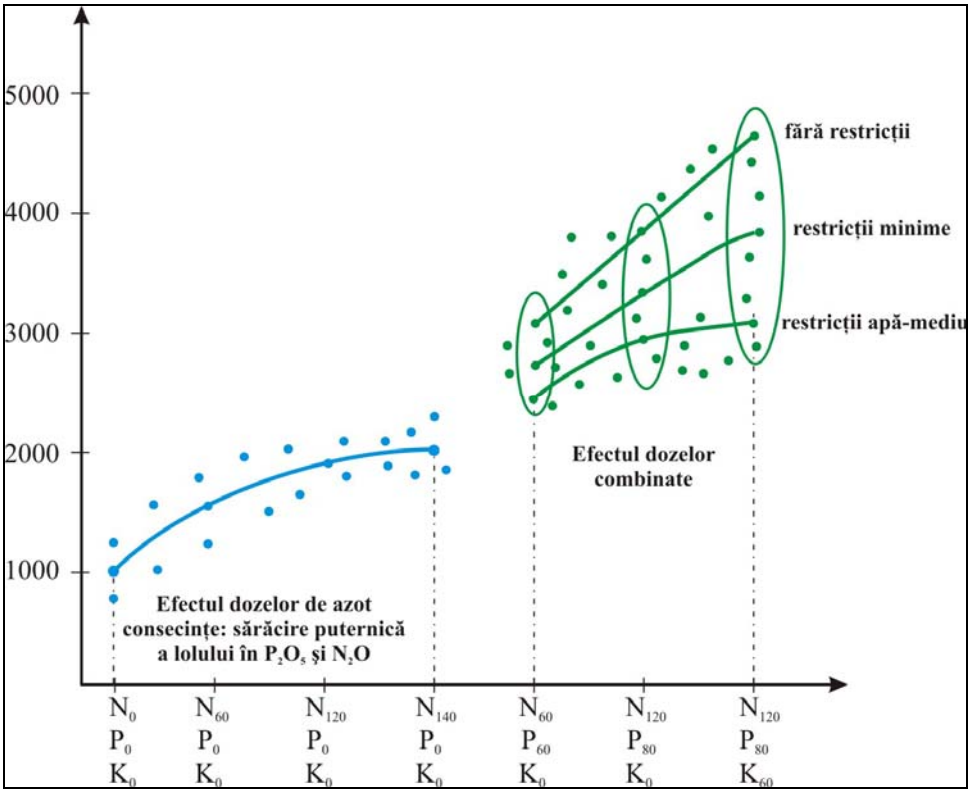


Figura 440. **Efectul azotului şi al combinațiilor sale cu fosforul şi potasiul asupra recoltelor de rapiță** (date culese de autor neprelucrate statistic în perioada 1998-2010 – România)

În România, cultura a început să se extindă masiv de abia în ultimii 10-12 ani. Or, în această perioadă proiectele de cercetare au fost puține şi orientate mai ales spre nivelul recoltei. Restricțiile culturii rapiței în România sunt cu mult mai mari decât în vestul Europei. Ele sunt de natură climatică (geruri mari şi secete frecvente), de natură tehnologică, şi nu în ultimul rând de natură financiară. În general, a face agricultură în România atrage după sine foarte multe riscuri.

Din aceste motive, producțiile medii ale României sunt în cazul rapiței cu 1000-1500 kg/ha mai mici decât în țările din vest.

Fiind o mare consumatoare de azot, constatăm că prin creşterea dozei de azot de la 0 la 140 kg se poate obține un spor de recoltă de boabe de circa 1100 kg/ha, ceea ce revine 78 kg boabe pentru 1 kg N, adică 2,62 euro/revenire/kg rapiță. Cum prețul unui kilogram de azot este de 1,3 euro, putem spune că din punct de vedere economic problema este rezolvată.

O producție de 2100 kg/ha obținută cu varianta N_{140} consumă practic numai 90 kg N pentru boabe, restul azotului fiind utilizat de biomasă - rădăcină foarte dezvoltată (figura 441) a rapiței, relațiile ei speciale cu solul îl epuizează pe acesta, fosforul şi potasiul intrând în valori mult sub limitele permisive, aşa cum am arătat mai sus.

Aplicarea fosforului şi a potasiului devine deci obligatorie în România, cele mai utilizate doze în România sunt combinațiile N_{60}, P_{60} şi $N_{120}P_{180}$. În aceste două cazuri, agricultorii se pot aştepta la producții între 2000 şi 3000 kg/ha în funcție de restricțiile de apă din perioada de vegetație pentru doza $N_{60}P_{60}$ şi 2500 - 4100 kg/ha pentru doza de $N_{120}P_{80}$. Aplicarea potasiului este fără îndoială necesară rapiței. Cu combinația $N_{120}P_{80}K_{60}$, în funcție de tehnologiile aplicate şi disponibilitatea apei, producțiile pot varia între 2700 şi 4300 kg/ha, iar conținutul în ulei al semințelor se poate îmbunătăți cu 2,5 - 3,5%.

Amplitudinea mare a variațiilor de producție este puțin cunoscută în țările nordice, unde controlul umidității dar şi al presiunii de infecție cu boli, dăunători şi buruieni este mult mai mic, iar starea ecologică a solurilor mult mai bine pusă la punct, şi amândouă mult mai bine monitorizate.

Pericolul mare al neaplicării îngrăşămintelor nu constă atât în reducerea producțiilor cât mai ales în transformarea rapiței dintr-o bună premergătoare într-una slabă, neconformă pentru cerealele de toamnă - căreia îi este cel mai adesea destinată.

Extrem de interesantă ni se pare şi accesibilitatea fertilizanților spre rădăcini şi plante, atunci chimia solului devine şi ea restrictivă. Solurile acide şi foarte acide reduc mult absorbția nutrienților către plante şi creează pierderi importante (vezi tabelul 128). www.1211.photobucket.com/albums - 2010).

Figura 441. **Model de rădăcină de rapiţă la Modelu, Călăraşi** fotografiată de autor la 3.12.2007, într-o toamnă lungă care realizează o relaţie specială cu solul, pe care în această iarnă blândă l-a exploatat mai mult decât în alţi ani. Cu o doză mică de îngrăşăminte $N_{60}P_{40}$ s-au obţinut aici 3100 kg/ha, dar solul a rămas după recoltare foarte sărac în elemente nutritive. Solul a fost ecologizat prin scarificare, tratare cu micorize şi bacterizat (Bactofil).

Solurile extrem de acide blochează peste 71 din elementele nutritive de bază aplicate, cu accent pe fosfor care este blocat în procent de 77%. Cu reducerea acidității creşte gradul de absorbție al acestora, dar numai la o reacție neutră devin 100% absorbabile. Această cunoaştere este foarte necesară pentru evitarea pierderilor evaluate între 20 şi 71%, corelativ cu creşterea acidității solului de la pH 6 la pH 4,5. Măsurile de corecție a acidității devin imperios necesare pentru evitarea pierderilor de nutrienți şi accentuarea fenomenelor de poluare.

Pentru calcularea eficienței acoperirii costurilor şi a eficienței dozelor de îngrăşăminte, ca şi a altor inputuri, prietenii noştri, cititorii, se pot adresa birourilor de consultanță sau specialiştilor din cercetare şi învățământ.

Tabelul 128

Relația dintre aciditatea solului şi absorbția fertilizanților de către rapiță şi alte culturi similare

Aciditatea solului	Absorbţia elementelor nutritive %			% pierderi nutrienţi
	azot	fosfor	potasiu	
extrem de acid pH = 4,5	30	23	33	71,34
foarte acid pH = 5,0	53	34	52	53,67
acid pH = 5,5	77	48	77	32,69
mediu pH acid = 6	89	52	100	19,67
neutru	100	100	100	0

(Sursa: www.1.211.photobucket.com/albums/bb248/emb0036/fertilizerULT.jpg)

Vă putem informa, de exemplu, despre faptul că într-o fermă care produce 37 q/ha şi o vinde cu 32,6 euro/q, obține 1206 euro – efort de marketing.

- Costul seminței = 53 euro
- Protecția pentru intensitate medie = 139 euro
- Micorizare, nivel mediu = 139 euro
- Recoltare = 138 euro
- Îngrăşare conform bilanțului = 233 euro
- Asigurare culturi = 68 euro
- Uscarea seminței (la nevoie se poate scoate) = 29 euro
- Curățirea = 32 euro
- Sumă costuri variabile = 831 euro
- Profit net = 375 euro

Ținând cont de preocupările noastre privind înlocuirea inputurilor convenționale, cu cele reieşite din modelele naturale constatăm că în cazul rapiței posibilitatea înlocuirii acestora este mai mică. Calculele şi observațiile noastre în plină elaborare arată că:

- Dozele de azot pot fi susținute de la convențional la natural în procent de 45 - 50%. O înlocuire mai mare necesită îngrăşăminte verzi, composturi, gunoi de grajd.
- Dozele de fosfor pot fi substituite în procent de 35-60%, în funcție de gradul de imobilizare a fosforului în sol.
- Dozele de potasiu pot fi substituite între 60 şi 100% din rezerva solurilor.

12.5. RĂSPUNSUL SOIEI LA ÎNGRĂŞAREA DE BAZĂ

Reacția soiei la îngrăşămintele de bază este una specifică. Soia nu reacționează la îngrăşăminte dacă solul sau necesarul de aprovizionare cu nutrienții de bază sunt luați din alte surse. Dacă însă nu sunt asigurate de către sol şi alte surse cultura de soia răspunde bine la fertilizarea de bază cu NPK.

Mai trebuie precizat că pentru a obține o producție bună în jur de 3000 kg/ha, soia consumă circa **150 kg azot, 40 kg P_2O_5 şi 50 kg K_2O**. Conform datelor prezentate anterior dacă solul este bogat în bacterii fixatoare sau se realizează bacterizarea culturii cu produsele specifice (Nitragin soia). În acest caz soia fixează simbiotic 150 - 200 kg N, la care se pot adăuga 30 - 40 kg azot, ca urmare a altor forme ale metabolismului azotului în sol. Pentru realizarea fixării simbiotice şi a recoltei naturale, normale pentru o tehnologie modernă, soiei îi mai trebuie îndeplinite două condiții şi anume:

- O umiditate asigurată aproape permanent la 75-80% din IUA.
- Temperaturi ridicate, dar nu excesive, mai ales în timpul înfloritului. Temperaturile excesive însoțite de secete atmosferice conduc la avortarea florilor, mai ales dacă şi umiditatea solului scade.

Din aceste motive, riscul cel mai mare pentru cultura soiei în România este lipsa de apă în perioada ei de vegetație, care poate influența fixarea azotului şi mobilizarea fosforului şi a potasiului.

Nu suntem deloc de acord cu autorii care recomandă în spațiul românesc aplicarea a 150-300 kg azotat de amoniu din toamnă sau înainte de semănat.

Aplicarea azotului la soia înainte de semănat cu sămânța bacterizată conduce implicit la blocarea accesului bacteriei spre simbioză, adică înlocuirea fixării biologice cu fixarea chimică, fenomen dăunător, ecologic, biologic şi economic.

Se întâmplă însă pe diferite soluri, neecologizate, tasate, degradate ecologic să nu se poată realiza simbioza. În acest caz apare necesarul de azot de sinteză, dar oricum producția se va reduce între 1000 şi 1800 kg/ha (constatări personale ale autorului).

Concluzie:

Nu se recomandă azotul la soia bacterizată în România deoarece cultura nu răspunde pozitiv la acesta, aplicarea azotului constituind doar o risipă de resurse.

O situație asemănătoare ne este prezentată în mai multe lucrări şi de cercetătorii universității din Minnesota (SUA) Rohm W. şi colab. - Departamentul de Extensie (2001) şi Staton H. şi Warnecke D. (2009) (MSU) - Universitatea Michigan. Până la 3000 - 3500 kg/ha, soia bacterizată nu a reacționat la îngrăşămintele cu azot, mai ales dacă pH-ul solului s-a menținut neutru pH = 6 – 7. La valori ale pH-ului sub 6, funcționarea sistemului simbiotic poate suferi şi necesitatea utilizării azotului din îngrăşăminte poate să apară.

Forțând producția peste limitele posibile în România, într-o zonă excelentă din Kansas (SUA) şi în condiții de irigare, Lamond şi Wesley (2001) printr-o aplicare întârziată a azotului (după înflorire) în doză de la 0 la 40 kg s.a./ha au reuşit să crească producția de la 52 q/ha la 60,9 q/ha, având o revenire de 22,25 kg/1 kg azot s.a.

Asemenea condiții nu se întâlnesc însă în România, şi nici măcar practica americană nu le aplică. Ca formă de îngrăşământ, cele mai bune rezultate s-au obținut cu uree şi uree + NBPT (N - Butylthiphosphgoric - Trianide). Menționăm că experiențele au fost efectuate pe soluri profunde şi neutre (pH = 6,8 - 7,2) iar umiditatea solului a fost menținută la 75% din IUA ±5%.

12.5.1. Fosforul şi potasiul

Spre deosebire de azot, la fosfor, şi uneori şi la potasiu soia reacționează adesea cu sporuri mari. Soia poate fi considerată şi un indicator al conținutului de fosfor mobil. Fertilizarea cu fosfor se face în SUA, dar şi în numeroase țări din America de Sud, numai după efectuarea testului solului privind aprovizionarea solului cu acest element.

Dahnke şi colab. (1992) subliniază că planificarea producției de soia este o funcție de trei factori:

Psoia = f(element local) (tip de sol) (management cultură)

Autorii citați subliniază că excesul de azot şi fosfor este mai periculos decât lipsa acestora, degajând un mare potențial al degradării suprafețelor şi apelor. Din această cauză ei recomandă susținut bacterizarea seminței de soia cu cel mult 48 de ore înainte de recoltat şi aplicarea dozelor de fosfor în funcție de nivelul acestuia în sol şi producția planificată.

În funcție de gradul de aprovizionare al solului cu fosfor, autorii citați recomandă dozele de fosfor conform tabelului 129.

Atenţie: *Consumul ridicat de P şi K este de 13 kg P_2O_5 şi 15 kg K_2O/ 1000 kg boabe (Datele au fost calculate de autor pornind de la raportul bu/acru).*

Tabelul 129

Recomandarea dozelor de fosfor şi răspunsul producţiei de soia pe solurile bine ecologizate din America (Dahnke N. şi colab.)

Fosfor doză kg/ha / Producţia aşteptată (q/ha)	Testele de fosfor în sol exprimat în ppm					
	Aprovizionarea cu fosfor a solului					
	Bray I.	foarte slabă	slabă	medie	mare	foarte mare
	Olsen P.	0 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	>21
		0 - 3	4 - 7	8 - 11	12 - 15	< 16
26,0		77	44	22	0	0
34,5		110	66	22	0	0
43,2		132	79	22	0	0
51,8		154	99	22	0	0

Conform lui Bray, scara aprovizionării cu fosfor se plasează la cifre mai mari decât în cazul datelor lui Olsen.

La creşterea producţiilor de la 26 la 52 q/ha pe solurile sărace în fosfor (0 – 3 – 5 ppm) este necesară aplicarea unor doze mari de fosfor (de la 77-154 kg/ha). Dozele scad cu circa 40% pe solurile slab aprovizionate şi se aplică în doze mici pe solurile mediu aprovizionate. Începând cu o aprovizionare mare a solului (15-20 ppm) se consideră că soia, chiar şi la producţii de 5,2 t/ha nu mai are nevoie de îngrăşăminte cu fosfor. Formula de calcul recomandată de Bray I. şi Olsen P. citaţi de Dahnke şi colab. este următoarea:

Formula lui Bray I.:

$$\mathbf{D_F = P_a\ (1{,}55 - 0{,}10\ STP)}$$

în care:

Df = doza de fosfor necesară

Pa = producţia aşteptată

STP = Soil Test Phosphorus, adică rezultatul analizei mostrei privind conţinutul în fosfor (ppm)

Formula lui Olsen P.:

$$\mathbf{D_F = P_a\ (1{,}55 - 0{,}14\ STP)}$$

cu aceleaşi explicaţii ale literelor.

În cazul potasiului, în funcție de rezultatele analizelor solului şi a producțiilor aşteptate, rezultatele sunt prezentate în tabelul 130.

Tabelul 130

Răspunsul producției de soia în funcție de aprovizionarea solului cu potasiu şi dozele aplicate. Corelație conținut K_2O în sol. Nivel de îngrăşare (**Sursa:** Dahnke şi colab., 2009)

Doze K_2O kg/ha Producţie q/ha	Rezultatele analizei solului ppm K_20				
	foarte slab	*slab*	*mediu*	*mare*	*foarte mare*
	0 - 40	41 - 80	81 - 120	121 - 160	> 160
26	122	77	22	0	0
34,5	165	99	33	0	0
43,2	198	121	44	0	0
51,8	242	143	44	0	0

Formula de calcul a dozei de potasiu în cadrul ambilor autori este aceeaşi, şi anume:

$$\mathbf{DK = P_a\ (2{,}2 - 0{,}0\ 183\ STK)}$$

în care:

P_a = producția aşteptată

STK = Soil Test Potassium, adică rezultatul analizelor solului exprimate în ppm.

Mai trebuie reținute câteva ecuații care sunt de ajutor managementului pentru stabilirea dozelor în funcție de factorii amintiți sau care elemente pot fi obținute prin metode biologice din rezervele deja amobilizate în sol, şi anume:

20 kg P_2O_5 = 1 ppm în sol

Adică, dacă solului îi lipsesc 5 ppm, pentru a se plasa în categoria bine aprovizionat, atunci este necesară aplicarea a 100 kg P_2O_5 sau extragerea lui din rezerva solului.

10 kg K_2O = 1 ppm în sol

Dacă solului îi lipsesc 10 ppm pentru a fi bine aprovizionat, atunci are nevoie de 100 kg K_2O.

Rezultate asemănătoare au fost publicate şi de Blaine Alan şi colab. (1997) cu precizarea că ei recomandă doze de potasiu mai mari decât cele de fosfor, dar mai mici decât cele prezentate în formulele de mai sus.

Cercetătorii universității Michigan consideră, de asemenea, că această valoroasă cultură nu are nevoie de azot dacă este bacterizată, dar că reacția producției de boabe la fosfor şi potasiu se corelează direct cu conținutul în acești nutrienți de bază prezenți în sol. (Dahnke D. şi colab., 2009). La nivelul de nutrienți de peste pragul critic, atât în cazul fosforului cât şi al potasiului producția este realizată în procent de 95 - 99% din potențialul maxim al solului.

Nivelul critic pentru fosfor este de 15 ppm.

Nivelul critic pentru potasiu se calculează cu ajutorul formulei:

LC = 75 + (2,5 x CSC)

în care:

LC = limita critică a potasiului în sol
CSC = capacitatea de schimb cationic

12.5.2. Modelele de răspuns

Încercarea de a crea modele de răspuns ale soiei la îngrăşămintele de bază NPK au fost mult mai dificile decât în cazul celorlalte culturi, din cauza dimensiunilor restrânse ale cercetărilor efectuate în România pe această temă. De asemenea, pe lângă literatura citată în bibliografie, am efectuat numeroase anchete printre producători şi am stabilit restricții ale programului de modelare. Printre restricții am stabilit următoarele:

– Solul este potrivit pentru cultură şi am eliminat solurile neecologice, acide, tasate şi cu un regim nefavorabil al regimului apă/aer.

– Apa nu a constituit un factor de restricție decât cel puțin temporar.

– S-a ținut cont permanent de aprovizionarea solului cu elemente nutritive prin efectuarea analizelor de sol. Un sprijin special în efectuarea analizelor am primit din partea DLG Germania şi a cercetătorilor organizației.

– S-a luat în calcul situația fericită în care soia semănată a fost tratată cu Nitragin sau solul a fost aprovizionat cu asemenea bacterii. Căci aplicarea azotului pe aceste soluri nu a adus în nicio zonă sporuri de producție.

Modelele privind răspunsul culturii de soia la aplicarea îngrăşămintelor cu fosfor şi potasiu au pornit deci de la starea de aprovizionare a solurilor româneşti în aceste două elemente.

Nivelele critice folosite au fost de 15 ppm pentru fosfor şi 60 ppm pentru potasiu. De la început e bine să precizăm că din cauza numărului mai redus de date, în amândouă modelele 3D raportul de corelație este mai mic decât la culturile anterioare atât din cauza numărului mai mic de date introduse, cât şi a variației mult mai mare a datelor obținute.

Reacția producției de soia a fost mică atunci când fosforul a fost sub doza limită (15 ppm ± 2-3%) a crescut pe măsură ce a crescut concentrația lui în sol, iar la îngrăşămintele aplicate soia a reacționat foarte bine când în sol a fost o cantitate mică şi mai puțin sau deloc, atunci când el a fost suficient în sol (figura 442). Pentru informarea fermierilor şi agricultorilor noştri subliniem că în vara anului 2010, în perioada de după recoltarea culturilor în tot sudul țării fosforul mobil a fost sub pragul limită (15 ppm) şi foarte adesea sub 5-10 ppm.

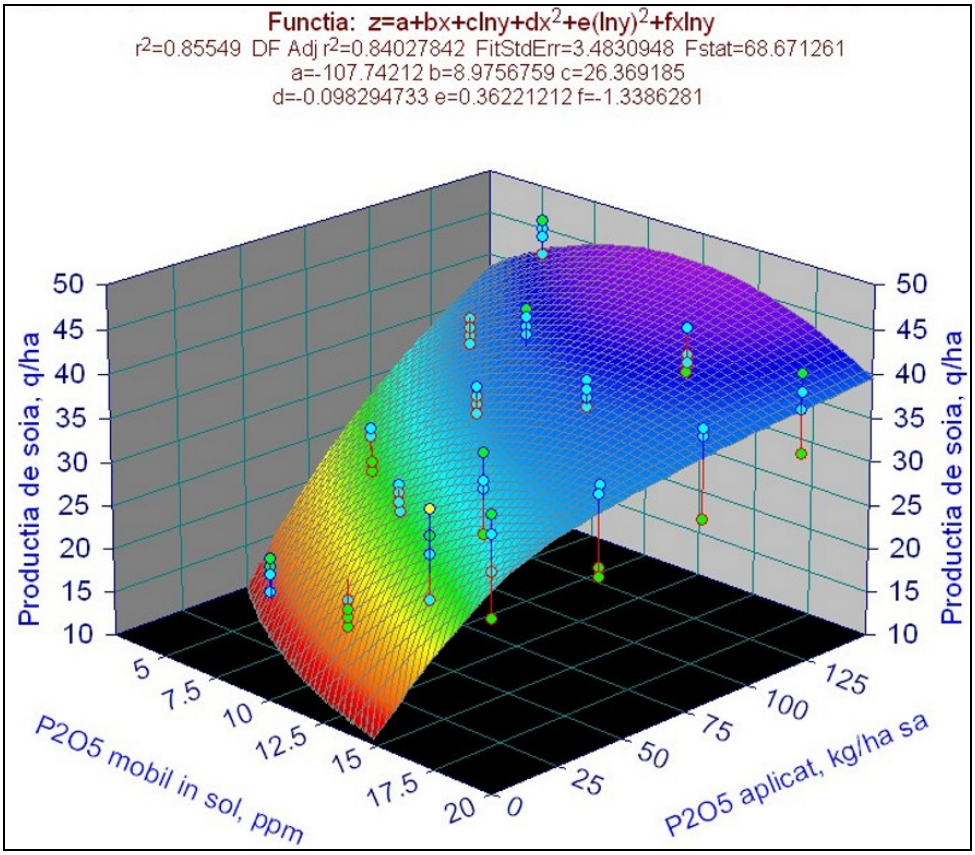


Figura 442. **Răspunsul producţiei de soia la fosforul din sol şi la dozele de P_2O_5 aplicate, România**

Din figura 442 rezultă că pe intervalul 5-15 ppm fosfor în sol, aplicarea îngrăşămintelor a răspuns pozitiv până la 150 kg/ha P_2O_5 cu sporuri de producție pe intervalul 40-150 kg P_2O_5/ha de 30 q/ha, adică de la 12 q la P_{40} la 42 q la P_{150}. La nivelul rezervei critice (15 ppm în sol) modelul ne indică o producție maximă cu P_{120}, pentru ca de la 20 ppm producțiile să se mențină

ridicate şi fără fosfor Pu = 35 q/ha sau cu aplicaţii moderate de fosfor (P_{80} = 39 q/ha); 80 kg de fosfor nu acoperă ca şi costuri cele 400 kg soia obținute în plus.

Recomandarea noastră este deci:
P_{150} la 5 mg P_2O_5 în sol (42 q/ha)
P_{120} la 10 mg P_2O_5 în sol (43 q/ha)
P_{80} la 15 mg P_2O_5 în sol (39,3 q/ha)
P_0 - P_{40} la 20 mg P_2O_5 în sol (36,0 q/ha)
P_0 > 20 mg P_2O_5 în sol (35,3 q/ha)

Modelul reacției culturii soiei la îngrășămintele cu potasiu în funcție şi de prezența acestuia în sol este prezentat în figura 443. Soia este o mult mai mare consumatoare de potasiu decât de fosfor. Solurile din România sunt însă mult mai bine aprovizionate cu K_2O decât cu P_2O_5. Din această cauză, necesitatea aplicării dozelor de K_2O apare mai rar decât în cazul lui P_2O_5.

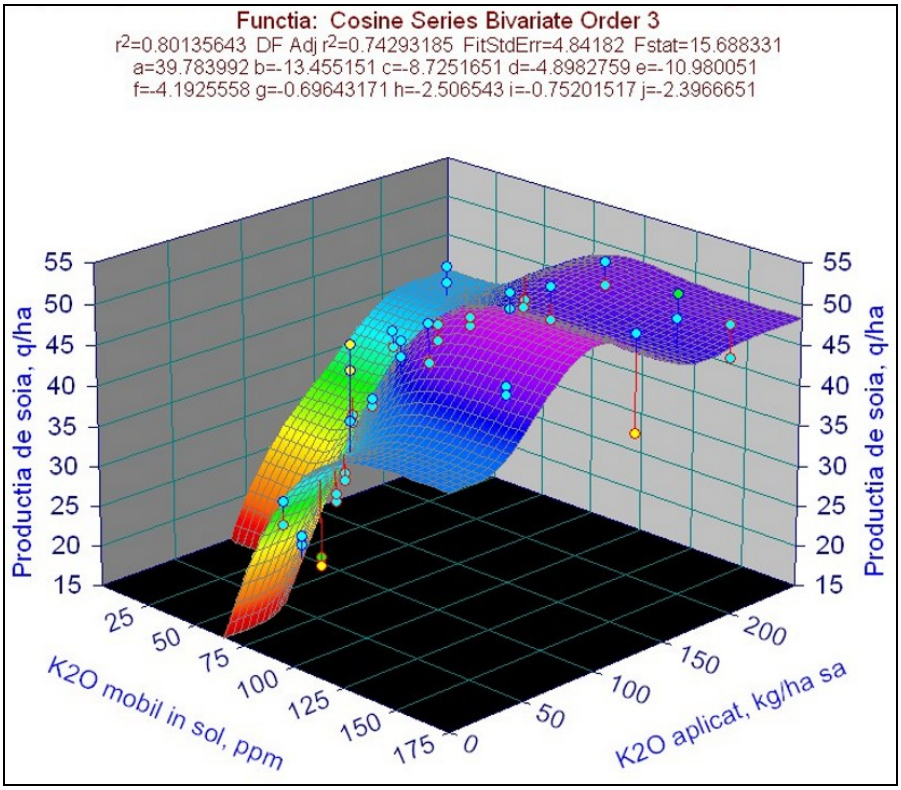


Figura 443. **Răspunsul producţiei de soia la potasiul din sol şi la dozele de K_2O aplicate, România**

În condițiile extrem de rare în care K_2O scade sub 60 ppm putem avea reacții foarte energice ale îngrășămintelor cu potasiu, de exemplu:

K_0 în sol şi K_0 îngrăşăminte	Producție = 0
K_{20} ppm în sol şi K_0 îngrăşăminte	Producție = 0
K_0 în sol şi K_{240} îngrăşăminte	Producție = 40 q/ha
K_{20} pm în sol şi K_{240} îngrăşăminte	Producție = 40,3 q/ha
K_{40} ppm în sol şi K_0 îngrăşăminte	Producție = 0
K_{40} ppm în sol şi K_{220} îngrăşăminte	**Producție = 42 q/ha**
K_{60} ppm în sol şi K_0 îngrăşăminte	Producție = 11 q/ha
K_{60} ppm în sol şi K_{220} îngrăşăminte	**Producție = 45 q/ha**
K_{80} ppm în sol şi K_0 îngrăşăminte	Producție = 26 q/ha
K_{80} ppm în sol şi K_{100} îngrăşăminte	**Producție = 45 q/ha**
K_{80} ppm în sol şi K_{220} îngrăşăminte	Producție = 48,5 q/ha (nejustificat economic)
K_{100} ppm în sol şi K_0 îngrăşăminte	**Producție = 36,3 q/ha**
K_{100} ppm în sol şi K_{140} îngrăşăminte	**Producție = 49,3 q/ha**

Începând cu K_{120} în sol, indiferent de doza de potasiu aplicată prin îngrășăminte, producțiile obținute se situează între 44 şi 50 q/ha, în condiiile în care toți ceilalți factori de producție lucrează la nivelul lor optim.

În sinteză putem afirma că şi la potasiu este vizibilă eficacitatea lui şi dovedită numai dacă acesta lipseşte din sol sau se găseşte în cantități insuficiente. Doza calculată la care soia răspunde cel mai bine este **K_{220} kg/ha îngrăşăminte** pentru a obține cel puțin 42 q/ha soia. Prezența în sol a 80-100 ppm reduce doza de potasiu la K_{100}. Deci:

K_{220} kg/ha pentru soluri slab şi foarte slab aprovizionate

K_{100} kg/ha pentru soluri mediu aprovizionate.

Aplicarea potasiului în condițiile existenței lui în sol devine interesantă numai atunci când există cerințe speciale pentru calitate, conținut mai ridicat în ulei şi prezența unor acizi graşi speciali.

Important:

Aplicarea azotului şi fosforului în tandem, adică împreună, nu a demonstrat efecte sinergice şi nici efecte de substituție. Ele sunt necesar a fi aplicate pentru a satisface necesarul nutrițional al plantelor, solicitat de metabolismul acestora pentru a obține nivelul de producție şi calitate al soiurilor programat de către materialul genetic specific. Excesul de fosfor şi potasiu nu foloseşte nici producției şi nici calității ei, ci devine un element de creştere a costurilor şi al fenomenelor de poluare.

Concluzie:

Doze recomandate: (P_{180}-P_{150}) K_{220}
la nivel foarte slab
pentru ambii nutrienţi
în sol

Doze recomandate: (P_{40}-P_{80}) K_{100}
Doze subcritice
la nivel mediu
Producţie aşteptată 3500-4500 kg/ha în ambele cazuri.

* *
*

12.6. CONSIDERAŢII FINALE

Din cauza dimensiunilor mari la care se poate expune această carte nu vom putea prezenta răspunsul, reacţia tuturor culturilor din România la aplicarea îngrăşămintelor.

Există astăzi o serie întreagă de cărţi şi materiale publicate în scris sau electronic care pun la dispoziţia producătorilor agricoli informaţiile necesare. Există, de asemenea, asociaţii profesionale şi firme liferante de inputuri care fac acelaşi lucru.

Ar fi trebuit să mai vorbim probabil despre mazăre. Dar modelul de răspuns al acesteia este aproape identic cu cel al soiei, cu precizarea că dozele de fosfor şi potasiu sunt mai mici. Exemplu: $N_0P_{100}K_{80}$ → 40 q/ha mazăre în condiţii normale de vegetaţie şi tehnologii şi pe soluri sărace în aceşti nutrienţi de bază.

Cartoful constituie un aliment de bază al populaţiei din România ca de altminteri din întreaga Europă. Prin constituţia lui biologică şi fenotipică, cartoful necesită, pe de o parte soluri mai uşoare şi mai abundente în materie organică sau necesită mai mult ca oricare altă cultură gunoiul de grajd, de regulă în forma lui fermentată.

Exemplu:

20 t gunoi grajd 30% F → + 40-90 q/ha în funcţie de sol
20 t gunoi grajd 30% F + N_{99}-P_{60} K_{60} → + 150 →
→ 250 q/ha în funcţie de sol şi climă.

F = fermentat

Pe solurile prea acide, ameliorarea solului cu echivalentul a 5000 kg CaO devine obligatorie pentru cartof, ca şi pentru alte culturi care suportă numai parţial aciditatea. Faptul că el, cartoful, se cultivă predominant în gospodăriile ţărăneşti unde gunoiul de grajd a început să dispară, prin dispariţia planificată de către statul român, în colaborare cu alte state ale Uniunii Europene, a zootehniei româneşti, creează dificultăţi şi în domeniul îngrăşării organice.

Substituirea acesteia cu îngrăşăminte de sinteză (mai ales în cazul azotului) este una dintre cele mai grave greşeli care se pot face pentru că, pe de o parte nitraţii sunt reţinuţi în tuberculi, în cazul aplicării întârziate a azotului, iar pe de altă parte din cauza sistemului radicular redus, excesul de azot se spală uşor, poluând apele freatice.

În zona Avrig am efectuat cercetări pentru mărirea volumului radicular al cartofului cu micorize din genul Glommus[*]; rezultatele au fost spectaculoase, producţia de cartof la doze medii de azot a fost practic dublată (figura 444).

În situaţia în care şi posibilitatea de micorizare lipseşte, aplicarea unor composturi bioactive precum Biovinul (vezi capitolul *Solul*) în doză de până la 1000 kg/ha poate aduce efecte similare cu circa 40-50 t g.gr/ha.

Figura 444. **Cartof soiul Laura;** stânga: **fără micorizare;** dreapta: **cu micorizare** (foto autor Avrig 28.06.2008)

[*] Micoriza la cartof poate fi identificată prin apariţia unor prelungiri albe (hifele ciupercii, ale rădăcinilor cartofului (figura 445).

Figura 445. **Prelungirile albe ale rădăcinilor de cartof au fost realizate prin micorizarea cartofului cu un amestec de specii de Glommus** (Foto autor Avrig 28.06.2008).

La sfecla de zahăr. Ca şi cartoful, sfecla de zahăr reacţionează foarte bine la îngrăşămintele organice. Experienţe efectuate pe diferite soluri din România cu doze de gunoi de grajd între 25 şi 40 t/ha în special pe soluri brun-roşcate de pădure indică sporuri de producţie de 36 - 62 q/ha, ceea ce înseamnă sporuri de zahăr între 7,3 şi 14,3 q/ha. În funcţie de tipul de sol, economicitatea gunoiului de grajd variază între 20 t/ha pe solurile cernoziomice, bine formate, ciocolatii şi mediu levigate, în timp ce pe solurile aluvionare mai sărace în materie organică optimă economic s-a dovedit chiar şi doza de 40 t/ha. (Bîlteanu Gh, 1974). Dacă se face o medie a răspunsurilor culturii de sfeclă la gunoiul de grajd putem lua ca medie doza de 30 t cu un răspuns mediu de circa 7 t/ha rădăcini şi 1,5 t zahăr. Deci:

sfeclă → 30 t gunoi → + 7 t rădăcini/ha + 1,5 t zahăr.

Poate fi aplicat atât gunoiul de grajd fermentat cât şi cel nefermentat, primul fiind superior celui de-al doilea cu circa 30%. (Experienţe efectuate la Fabrica de zahăr Arad şi citate de Bîlteanu Gh., 1974).

Sfecla de zahăr reacţionează foarte bine şi la îngrăşămintele chimice. Cercetări mai vechi efectuate în anii ’60 ai secolului trecut arată că cu doze mijlocii de azot, fosfor, potasiu ($N_{60}P_{40}K_{40}$) în 12 locaţii din România (Bod, Roman, Arad, Sântana, Buzău, Cetăţuia, Dorobanţi, Salonta, Chitila şi Livezi

(Olteanu, 1954) s-a obținut în medie un spor de producție de 5,3 t/ha şi unul de zahăr de 940 kg/ha. Nivelul recoltelor n-a depăşit în medie 28 t/ha, iar cel de zahăr de 16,5%.

Ori, este cunoscut că dacă sfecla de zahăr nu obține minimum 40 t rădăcini cu minimum 18% zahăr, atunci ea este o cultură nerentabilă. Acesta este şi motivul pentru care la nivelul României în anul 2010 s-au cultivat doar 25.000 ha (surse Ministerul Agriculturii) față de 5,59 milioane ha cât se cultivă în lume. În 1989 în România se cultivau 255,9 mii ha cu sfeclă de zahăr. În momentul de față există autori care recomandă cultivatorilor doze diferențiate pentru îngrăşămintele chimice de maniera:

$N_{160}P_{120}K_{140}$ pe soluri slab fertile

$N_{130}P_{100}K_{100}$ pe soluri mediu fertile

$N_{100}P_{80}K_{60}$ pe soluri foarte fertile (Sursa: Gazeta de agricultură, 2007).

De asemenea, în mod eronat se recomandă a se aplica ¼ din doza de azot toamna, fără să ni se spună cine consumă acest azot la acest moment.

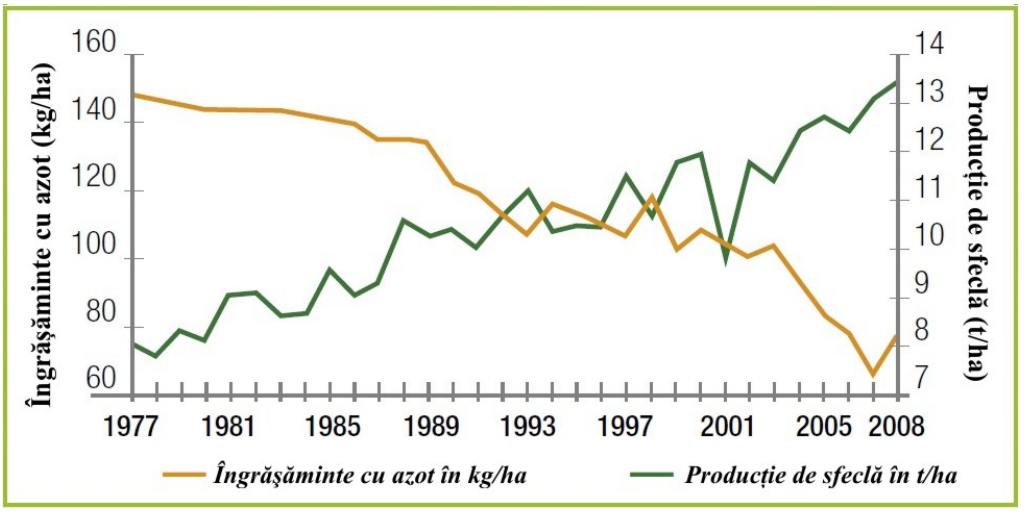


Figura 446. **Reducerea îngrăşămintelor cu azot în țări din Occident, pe fondul înlocuirii lor cu N din îngrăşăminte organice** (**Sursa:** ITB – Institutul Francez de Tehnologia Sfeclei)

În Occident, sfecla de zahăr se cultivă pe suprafețele mult mai mari însă tehnologic i se acordă o importanță foarte mre. De la doze de azot de $N_{80\text{-}200}$ se trece azi la doze de maximum 60 kg/ha s.a. (figura 446).

Se reține tehnologic însă doze foarte mari de fosfor P_{160} şi potasiu $K_{160\text{-}180}$ pe fondul unor permanente îngrăşări organice cu tot felul de materiale nutriționale şi bioactivatoare de soluții, inclusiv drojdii de fermentație de la propria fabricare a

zahărului. Necesitatea aplicării îngrăşămintelor organice verzi este solicitată şi de consumul foarte mare de humus pe care îl realizează sfecla, în funcţie şi de asolament (vezi şi tabelul 131).

Tabelul 131

Bilanţul humusului fără îngrăşare organică în funcţie de asolament

Asolamentul	% sfeclă	% plante prăşitoare	Bilanţ humus fără îngrăşare organică
sfeclă - grâu grâu - orz - secară culturi intermediare	33	33	- 1,0 t/ha şi an
sfeclă - cartofi - varză - grâu culturi intermediare	33	67	- 1,4 t/ha şi an
sfeclă - cartofi - varză grâu - orz - culturi intermediare	25	50	- 1,2 t/ha şi an
sfeclă - grâu - porumb - orz culturi intermediare	25	50	- 1,1 t/ha şi an

Numai sfecla singură consumă aproape 700 kg humus pe an, iar culturile intermediare nu pot să reducă decât foarte puţin din această pierdere. Sunt necesare de aceea doze de 30-50 t/ha diferite forme de îngrăşăminte organice, pornind de la guelle şi până la composturi. Producţia aşteptată în acest caz ajunge la 50-70 t cu 18,5% zahăr.

Aceeaşi producţie se poate obţine şi prin utilizarea exclusivă a îngrăşămintelor chimice, în care caz însă se pleacă de la consumul în elemente nutritive ale sfeclei şi nu de la starea de fertilitate a solului (tabelul 132).

Tabelul 132

Consumul de elemente nutritive şi recomandarea cantităţilor de îngrăşăminte (Sursa: Suiker. Unie)

Element nutritiv	Extrase Raport sfeclă/frunze = 1; 0,7 kg/t	Doza recomandată kg/ha la producţii de q/ha			Indicaţii
		500	**600**	**700**	
N	4,6	Azot necesar = 140-160 kg/ha - Nmin			Azotul normal se dă fie la semănat fie 2/3 la semănat şi 1/3 la faza de 4 frunze.
K_2O	6,7	335	402	469	Potasiul se aplică în toamnă sau în primăvară înainte de semănat, ultima variantă practicându-se din ce în ce mai frecvent.
P_2O_5	1,8	90	108	126	Se aplică în toamnă dar la fel de bine se aplică şi în primăvară.
MgO	1,5	75	90	105	Se aplică în vegetaţie în faza de 6 – 10 frunze. Atenţie – doza se

Element nutritiv	Extrase Raport sfeclă/frunze = 1; 0,7 kg/t	Doza recomandată kg/ha la producţii de q/ha			Indicaţii
		500	**600**	**700**	
					reduce în funcţie de asolament.
S	0,3	15	18	21	În vreme secetoasă în faza de 6-10 frunze. Se aplică la sol 10-20 kg dacă analizele indică lipsa sulfului.
CaO		La fiecare 4 ani în funcţie de tipul de sol. 10-20 q/ha CaO pentru culturile cu pretenţii la reducerea acidităţii			Volum pH 5,5 (NISIP) ŞI 6,5 (LUT) ESTE NECESAR A FI RIDICAT. Aplicarea în toamnă 5 q/ha se recomandă înainte de semănat.

Alte elemente precum B (bor) şi Mn (mangan) sunt necesare numai pe soluri excesiv de acide în cantităţi de 450-630 g/ha bor şi 1,2-1,6 kg/ha mangan.

În condiţii în care se aplică îngrăşăminte organice dozele de nutrienţi se reduc corelativ cu conţinutul lor în elemente nutritive × 1,2. Îngrăşămintele organice joacă un mare rol în dezvoltarea sfeclei, mai ales în prima fază de vegetaţie.

În condiţii în care s-au ales bine solurile, s-au efectuat corect lucrările acestuia pentru România recomandăm:

30 t gunoi de grajd fermentat + N_{60} + P_{90} + K_{160} = 40 t sfeclă cu 18% zahăr.

Înlocuirea gunoiului de grajd cu paie necesită mărirea dozei de azot la N_{12O}.

12.7. CONCLUZIE FINALĂ

Răspunsul culturilor agricole la dozele de îngrăşăminte recomandate sunt corecte numai dacă se cunoaşte bine necesarul de nutrienţi al plantelor, gradul de agrodisponibilitate al îngrăşămintelor şi constelaţia de factori care favorizează sau nu cultura. Nu fertilitatea solului este cea care dictează doza ci consumul plantelor, pentru simplul motiv că nu dorim ca solurile mai fertile să devină mai puţin fertile. Răspunsul culturilor creşte cu gradul de ecologizare al solului, şi îndeosebi cu indicatorul bioactivităţii solului. Starea plantelor, dezvoltarea în profunzime a rădăcinilor, raportul corect apă/aer dat de structură, fixarea naturală a azotului şi mobilizarea din rocă şi din „fixări îndelungate" a P_2O_5 şi K_2O sunt factori care pot reduce doza aplicată fără a

diminua recolta, căci factorul de nutriție este în sol, este la dispoziția plantelor exact în momentul când acestea au nevoie de el.

Momentul preluării, al absorbției lui de către plante este dăunătoare ecologic şi economic, căci azotul se spală în profunzime sub formă de nitraţi sau pleacă în atmosferă sub formă de amoniac, nefiind util culturii. Substituirea îngrăşămintelor de sinteză cu cele naturale (fixare, organice, reciclare etc.) constituie atât un câştig ecologic major, cât şi unul economic considerabil, venind în spiritul pentru care a fost scrisă această carte.

Capitolul 13
ÎNTREŢINEREA CULTURII ÎN NOUA AGRICULTURĂ

E bine să ne imaginăm, sau să reamintim de la început că frumoasele noastre culturi care alcătuiesc ecosistemele agricole şi care ne pun la dispoziție hrana primară nu sunt altceva decât populații de ființe vii denumite „plante superioare", deşi există şi plante ceva mai inferioare, precum ciupercile sau algele care stau în proporție din ce în ce mai mare la alcătuirea hranei noastre zilnice. Aceste ființe vii - plantele, ca şi noi, oamenii, au nevoie de întreținere, au nevoie de un anumit „confort", altul decât cel nutrițional pentru a fi evitate stresurile, capabile să reducă producțiile şi calitatea lor la care noi, oamenii, ținem atât de mult. În general, când vorbim de „întreținerea culturilor" ne limităm la spațiul agricol românesc, la eliminarea acelor „stresuri" cauzate plantelor de numeroasele populații competitive pentru factorii de vegetație, dar şi cele care conduc la îmbolnăvirea sau parazitarea plantelor.

Cele trei mari categorii de „stresuri" biologice sunt cauzate de:

1) **Buruieni**, plante competitive nedorite în culturi, pentru că prin competiția lor se adresează aceluiaşi spectru de factori de vegetație ca şi plantele de cultură. Ele fac parte din ecosistem, ocupă acelaşi biotop, căruia îi exploatează uneori mai rapace resursele decât plantele. Din acest motiv buruienile sunt considerate drept „plante rele" (mauvais herbes).

Elementele nutritive – apa, lumina şi căldura sunt mai repede sustrase culturilor decât „plantele bune" pentru că ele, buruienile, se instalează aleatoriu, neplanificat şi ocupă imediat spațiile de viață din ecosistem în timp ce plantele de cultură se supun legilor antropice, se dezvoltă planificat, dirijat, conform dorințelor noastre.

Făcând parte din ecosistemul lărgit al zonei buruienile nu se cer eliminate 100% ci numai până la acel prag care nu cauzează daune economiei. Pragul acesta este denumit **„prag economic de nedăunare"**. Necesitatea introducerii lui face parte din obiectivul mai larg al păstrării şi conservării biodiversității genetice, factor important al reconstrucției ecosistemelor.

2) **Bolile.** Plantele sunt ființe vii şi se pot îmbolnăvi. Riscul de boală este cu atât mai mare cu cât plantele se află într-o stare vitală mai defectuoasă, atunci când imunosistemul lor funcționează la parametri reduşi. Spre deosebire

de oameni la care principalele boli sunt cauzate de bacterii, viruşi şi ciuperci la plante, sensul frecvenţei apariţiei bolilor este inversat, şi anume ciuperci – viruşi – bacterii.

Bolile cauzează plantelor stresuri care pot conduce la pierderi majore, uneori recoltele putând fi compromise. În asemenea cazuri, populaţia poate sărăci sau poate fi înfometată, aşa cum s-a întâmplat deseori în istoria umanităţii. Cel mai cunoscut eveniment de acest gen a fost foametea instalată în Irlanda în perioada 1845-1849 cauzată de mana cartofului sosită în 1840 din America şi care a distrus complet culturile de cartof, omorând un milion de oameni şi obligând la emigraţie alte 2 milioane. Nimeni nu i-a ajutat pe irlandezi în acele vremuri, consecinţele sociale, în special demografice fiind catastrofale. Catastrofe de dimensiuni mai reduse au avut loc şi pe continent, marii consumatori de cartofi suferind pierderi în oameni şi animale.

Medicamentele plantelor care ajută la controlul bolilor acestora sunt denumite „fungicide" şi fac parte din cele mai puţin toxice pesticide. Ele se aplică însă după ce toate celelalte măsuri agrofitotehnice şi biologice de conservare a sănătăţii plantelor vor fi fost luate. Despre câteva din ele vom vorbi în cuprinsul acestui capitol.

Paraziţii – endo şi ecto. O serie de insecte, pentru unele specii, chiar foarte multe, atacă plantele de cultură. Spre deosebire de animale, dar mai ales de oameni, posibilitatea plantelor de a se apăra de dăunători este cu mult mai redusă. Paraziţii „mişcători" ai plantelor pot fi insecte în diferite stadii de evoluţie, acarieni sau păianjeni, de obicei speciile cele mai mici, animale mamifere, precum şoarecii sau pur şi simplu omul. Controlul paraziţilor insecte se face cu produse chimice, cunoscute ca insecticide, acaricide în cazul acarienilor, sau rodenditice în cazul rozătoarelor de câmp. Asemenea produse sunt cu mult mai toxice decât fungicidele sau erbicidele, şi ele vor fi aplicate exclusiv, numai dacă orice altă metodă de control şi reducere a populaţiei de dăunători în graniţele de nedăunare economică au dat greş. Paraziţii insecte pot să fie specifici, adică să nu atace decât o specie sau un gen (ex. gândacul din Colorado) sau nespecifici (polifage), care practic devorează tot ceea ce întâlnesc în cale (lăcuste, omizi păroase etc.).

Modificările climatice au schimbat mult comportamentul insectelor în relaţia lor cu plantele, în cele mai multe cazuri mărindu-le agresivitatea. Tehnologiile defectuoase şi îndeosebi monocultura favorizează în special înmulţirea populaţiilor speciei, crescând dramatic costurile de întreţinere şi pe cele de refacere a stricăciunilor cauzate de poluare.

13.1. CAUZELE CARE PRODUC DAUNE PLANTELOR AGRICOLE

Introducere

Să numărăm la început şi vom constata, conform lui Börner (2009), că pe Pământ trăiesc circa 250.000 specii de plante. Din acestea, numai circa 20.000 s-au dovedit într-un fel sau altul a fi utile omului, dar numai pentru 4800 specii s-a demonstrat existența acestei utilități. În câmpurile destinate agriculturii au fost cultivate 660 specii, din care 95% sunt ocupate de 160 de specii. Circa 20 de specii intră în circuitul economic internațional, mare parte din producțiile lor fiind cotate la burse. Pentru plantele care prezintă deja mare importanță economică, genetică internațională, s-au căutat şi s-au dezvoltat o multitudine de soiuri şi hibrizi care putem spune că şi-au adus contribuția la creşterea productivității culturii, dar în egală măsură au fost pierdute numeroase gene ale rezistenței naturale ale plantelor de cultură mai ales față de boli, dar şi față de dăunători. Acest lucru se poate demonstra experimentâmd cu boala făinare (*Erisiphe graminis* la grâu). Dacă, de exemplu, pe 100 ha de grâu se seamănă un amestec de soiuri moderne cu soiuri mai rustice, înmulțirea şi evoluția ciupercii este foarte puțin posibilă. Interesele comerciale solicită însă culturi de soiuri pure, provenite din selecție genetică modernă, care dau producții mari şi calitate ridicată în acord cu scopul pentru care sunt cultivate. Chiar dacă aceste soiuri sunt bonitate ca rezistente la făinare, în scurtă vreme ele îşi pierd această însuşire iar în cultură făinarea se înmulțeşte nestingherită. Este regretabil că din punct de vedere comercial nu se practică amestecul de soiuri, calitatea făinii ar fi, fără îndoială, mult superioară şi lipsită de toxine micotice. Asemenea exemple pot fi întâlnite şi la culturile de porumb, la rapiță, la extinsele plantații de pomi fructiferi etc.

Globalizarea nu a adus agricultorilor lumii lucruri şi activități prea bune. Au permis însă ca o dată cu mişcarea stocurilor de produse să se extindă şi cei mai periculoşi dăunători. În România există numeroase exemple. Ultimul şi cel mai important îl constituie *Diabrotica virgifera virgifera,* apărută în Serbia şi care apoi s-a extins repede în Europa, inclusiv în România, sprijinită şi de schimbările climatice, drastice din ultimii ani.

În mod asemănător a plonjat chiar în mijlocul României, în zona Piteştiului cu circa 20 de ani în urmă un dăunător extrem de periculos al prunului, denumit *Eurytoma schreineri*, venit probabil din zonele Rusiei de astăzi, şi care acum este prezent în toată țara. El atacă exact în perioada înfloritului, o perfidie greu de imaginat, pentru că exact atunci nu se pot face tratamente pentru a putea proteja albinele.

Exemplele ar putea continua cu UG99 – o specie de Puccinia rezistentă la orice fungicid şi care a apărut iniţial în Uganda, unde a şi fost depistată în 1999. Boala blochează căile de circulaţie ale plantei şi îndeosebi vasele liberiene şi lemnoase. Planta de grâu este practic strangulată, iar pierderea de producţie este de 80-100%. Deocamdată boala este cantonată în Africa, Orientul Mijlociu şi Asia, în zonele de producţie extensivă. Controlul ei poate fi efectuat numai genetic. Marile companii producătoare de OMG, prin transgeneză, au deja pregătiţi mai mulţi markeri (gene de interes) cu care să controleze boala, mai ales dacă ea penetrează în zona agriculturii intensive din Europa şi SUA. În Bangladesh a fost deja obţinut un soi rezistent la această boală catastrofală. Fiind un soi extensiv, este puţin probabil că va fi introdus în zonele cu agricultură intensivă. Până atunci numai norocul ne poate salva ca UG99 să nu vină şi în România. Exemplele ar putea firește continua.

Cauzele care provoacă stresuri şi pagube plantelor de cultură

Daunele aduse plantelor de cultură, dacă acestea sunt vizibile sunt provocate fie de boli şi insecte, fie de factori abiotici. În viziunea acestei cărţi, orice factor de stres este necesar a fi combătut sau eliminat, pentru a asigura plantelor condiţii optime de creştere, dezvoltare şi producţie, prin valorificarea maximă a condiţiilor de climă şi sol, şi a inputurilor antropice. Cele două categorii de stresuri sunt înscrise în figura 447.

Dintre numeroşii factori abiotici cei determinaţi de condiţiile climatice pot fi foarte importanţi, mai ales pe măsură ce modificările climatice adaugă noi dimensiuni fenomenelor climatice.

Temperaturile sunt legate de originea plantelor, dar extremele sunt în egală măsură dăunătoare atât plantelor din zona temperată cât şi celor din zone mai calde. Venim, în acest sens, cu câteva exemple:

Chiar dacă condiţiile de vegetaţie au fost optime până la înspicare, apariţia unor temperaturi ridicate – peste 35^{o} C – mai mult de 5-10 zile pot cauza pierderi culturilor de grâu care, în funcţie de durata fenomenului pot atinge 2000 kg/ha sau mai mult. Ele sunt însoţite adeseori şi de atacuri puternice ale paraziţilor biotici. Acelaşi fenomen este prezent şi la cultura soiei, planta îndeosebi iubitoare de căldură, dar care în condiţii de exces de căldură avortează florile şi reduce semnificativ producţia.

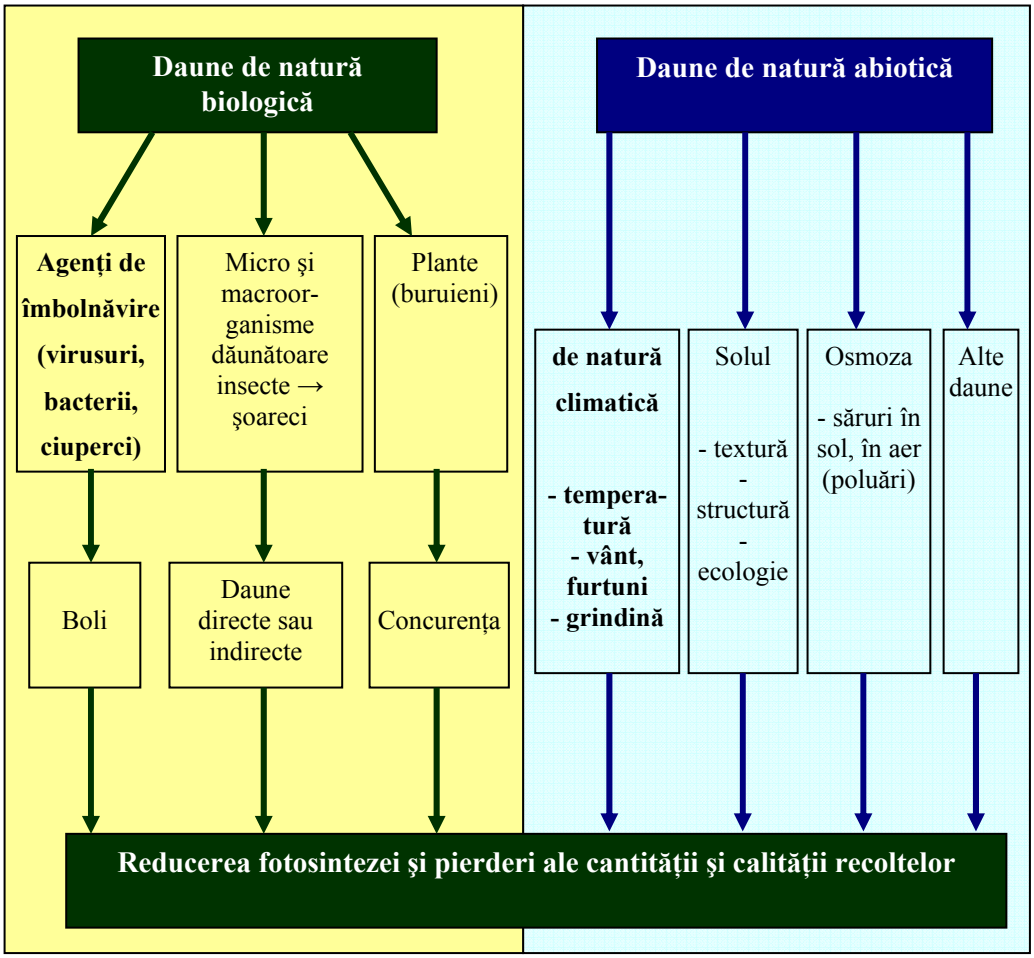


Figura 447. **Cauzele care provoacă daune plantelor de cultură** (original)

La fel de păgubitoare sunt și înghețurile târzii, resimțite în zonele României mai ales la culturile de pomi, vie, legume și, în special dacă apar în timpul înfloritului. Cristalele de gheață care se formează, chiar și pentru scurtă durată, conduc la distrugerea țesutului, arderea florilor și a frunzelor de avangardă (vârfului de creștere și a frunzelor de profil).

Există și alți factori naturali extrem de păgubitori ce trebuie luați în considerare. Agresivitatea unor substanțe naturale, și în primul rând a ozonului în condiții de expunere directă la soare poate aduce arsuri nepatogene.

Grimme Elke (2006) ne pune la dispoziție o excelentă lucrare privind stresul abiotic asupra frunzelor de grâu și mărimea pagubelor ce se pot măsura prin dimensiunea reducerii fotosintezei și implicit a recoltei.

Procesul este prezent sub denumirea de ROS (Reactive Sauerstoff Spezies) – SRO în limba română (Specii Reactive la Oxigen). Printre aceste specii se numără şi grâul, iar necrozele care se formează şi care prin sistemul ROS – SRO afectează grav fotosinteza sunt denumite PFF (pete fiziologice ale frunzelor)*. (Figurile 448, 450, 451, 452, 453).

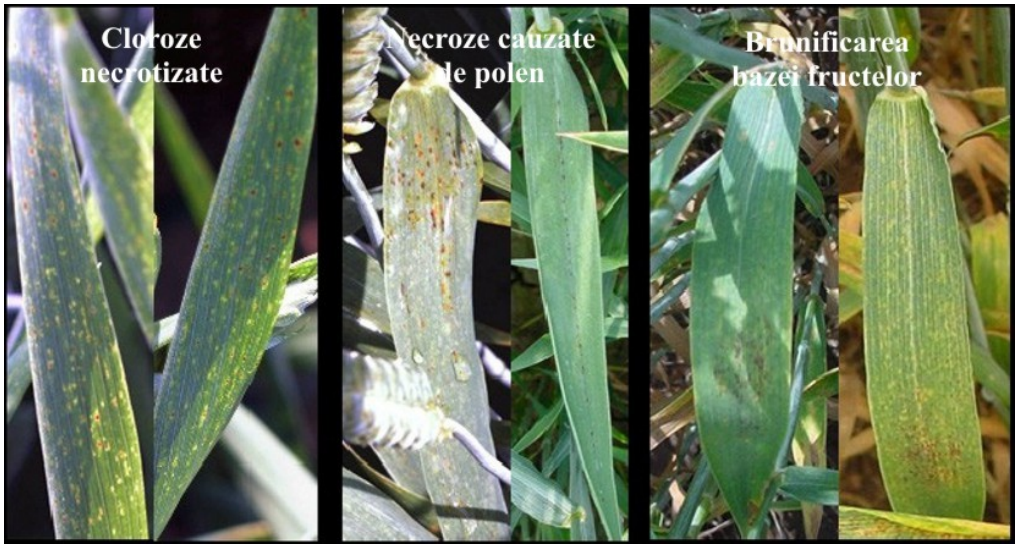


Figura 448. **Diferite forme de necroze neparazitare la grâu (**stânga, **cauzate de soare – sistemul ROS, cauzate de căderea polenului pe frunze, şi** dreapta **brunificări la nivelul pungii bazale a frunzelor)** (după Grimme, 2006)

Subliniem că toate analizele efectuate asupra plantelor şi a solului au scos în evidență lipsa oricărei carențe de nutriție sau acțiune parazitară. Deşi fotosinteza este deranjată, există şi situații în care petele pot fi şi o caracteristică de soi, în care caz producția nu este afectată (figura 449, original). Soiul de grâu Josef este cunoscut pentru petele regulate de pe frunzele sale. Este însă unul dintre cele mai performante soiuri.

Faptul că plantele nu sunt parazitate rezultă din figurile 450 şi 451, efectuate de Grimme la lupa binoculară.

* În traducere din limba germană PLB - Physiologische Blattflecken.

Figura 449. **Pete fiziologice pe frunzele soiului de orz Palinka în vara anului 2010, urmare a unor căderi de picături de rouă (stânga) pe vârful frunzelor expuse unui surplus de O-O_2** (foto original). Alexandria. Lângă pata fiziologică poate fi întâlnită şi o înţepătură de afide (stânga)

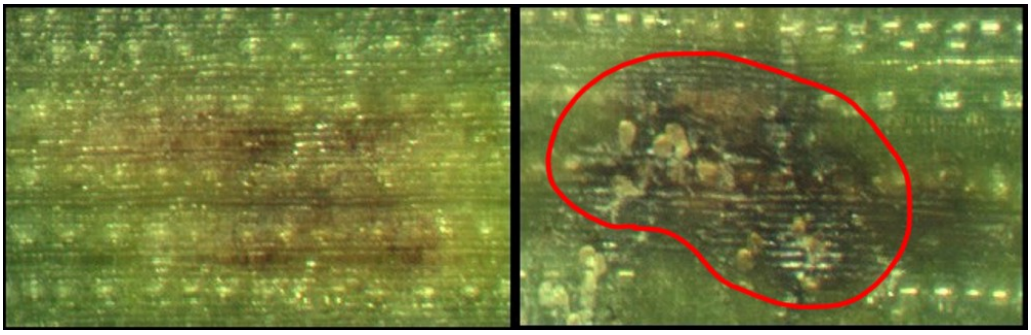


Figura 450. **Fotografie la lupa binoculară pe frunzele de grâu în timpul înfloritului. În dreapta este subliniat faptul că polenul căzut de pe spic pe frunze a produs concomitent brunificări, dar şi apariţia tubului polenic prin germinaţia acestuia generată de roua de dimineaţă** (Grimme, 2006)

În figura 451 creşterea tuburilor de polen este vizibilă cu ochiul liber în fotografia făcută în câmp (stânga) dar şi mai vizibilă la lupa binoculară (dreapta).

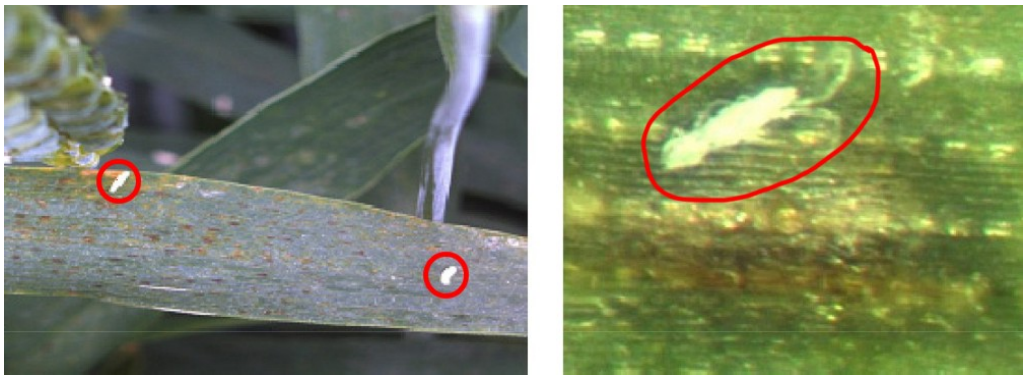


Figura 451. **Pete galbene sau brunificate pe frunzele de grâu, cauzate de polenul căzut pe ele în timpul înfloritului şi în condiţii de rouă de dimineaţă** (Grimme, 2006)

În concepția autorului mai sus amintit, asemenea pagube pot reduce fotosinteza cu 10-20%, şi în aceeaşi măsură şi nivelul producției. La soiurile de orz tip Palinka prezentate în figura 449 reducerea producției nu a fost semnalată, fiind vorba de un caracter de soi.

Necrozele nepatogene se recunosc şi după faptul că, de regulă, suprafața frunzei expusă la soare este mult mai brunificată decât cealaltă parte aflată permanent în umbră (figura 452).

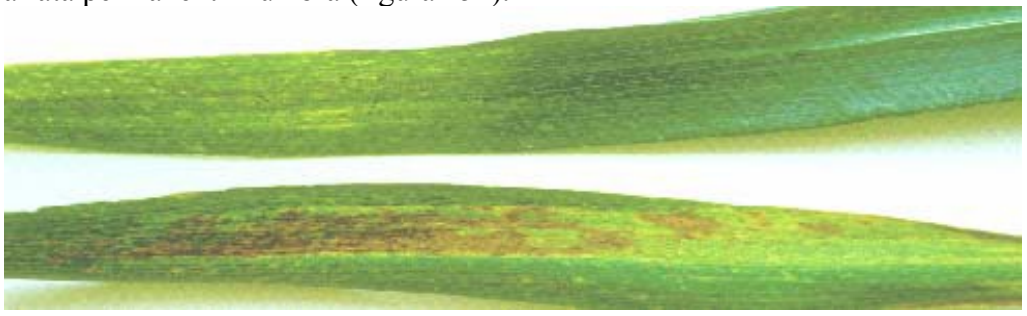


Figura 452. **Diferenţa de intensitate a necrozei neparazitare între partea expusă la soare a frunzei de grâu (jos) şi partea neexpusă (sus)** (Grimme E., 2006). Soiul Batis, 2003

Figura 453. **Necroze pe partea dorsală a frunzelor de grâu, cauzate de răsucirea frunzelor de soiul de grâu Magnus – 2003** (Grimme E., 2006)

În figura 453 este vorba îndeosebi de frunza stindard, cu o poziție planofilă, întâlnită în zona Hanovrei – Germania. Rezultă că există o multitudine de factori care pot influența atacuri nepatogene la plantele de grâu şi care pot crea stresuri cu dereglarea procesului de fotosinteză. (Absorbție mai mică şi consum mai mare de energie şi care pot afecta direct nivelul recoltelor).

De aceea la grâu cercetătorii de soiuri caută soluții de natură genetică pentru stabilizarea fenomenului PLS – PFF prin blocarea la nivelul celulei a factorilor care permit derularea SRO* şi anihilarea agresivității ionilor de oxigen. Fiziologia şi biochimisnmul blocării fotosintezei prin radicalii prea abundenți de oxigen în interiorul cloroplastelor şi a particulelor colaterale ajutătoare din celulele plantelor verzi au fost sintetizate de Grimme E. (2006), lucrarea acesteia putând fi luată ca una de referință în domeniul daunelor nepatologice la grâu.

Arsuri şi alte daune nepatologice sunt produse de razele soarelui în mod similar grâului şi la numeroase culturi dicotile. De multe ori aceste arsuri pot fi confundate cu pete de rapăn. De aceea înainte de a se decide efectuarea tratamentului este necesară analiza la microscop sau binocular a acestor pete!

13.2. PAGUBE CAUZATE DE DIVERSE FITOTOXICITĂŢI

Sunt deja cunoscute pagubele aduse pădurilor şi culturilor agricole de către diverşi poluanți apăruți din emisiile de SO_2, NO_2, NH_3 etc., provenite de la marile combinate chimice, centrale termoelectrice cu acționare pe cărbune de proastă calitate.

Ca locuitor al Gorjului, în toată tinerețea mea am observat cum mii, zeci de mii de hectare de pădure au fost pur şi simplu arse de acizii care s-au năpustit asupra ei. Grădinile gospodarilor, cu puținele legume, plantate pentru consumul propriu, au fost, de asemenea, arse. În perioada războiului împotriva Iugoslaviei, ca urmare a bombardării unor combinate chimice, mii de tone de amoniac au urcat pe Dunăre, valea Dâmboviței, valea Doftanei şi a pârâurilor adiacente, provocând pagube mari nucului şi salcâmului în partea inferioară a văilor (figura 454).

Pagube mari au fost aduse şi salcâmului, specie de bază în stabilizarea solurilor pe pantele din zona subcarpatică a Munteniei. Iarba păşunilor a fost de asemenea parțial arsă şi poluată, provocându-se pagube animalelor, de care însă nimeni n-a fost niciodată vinovat şi nici nu va fi.

---

* Specii reactive la oxigen
PLS – PFF: pete fiziologice ale frunzelor

Pagubele prezentate mai sus vin din exteriorul atmosferic al culturilor. Există însă şi pagube care vin din interiorul culturilor sau din schimbarea relațiilor dintre plante şi sol. În această categorie intră fitotoxicitățile provocate de unele tratamente cu erbicide culturilor care urmează (cazul triazinelor, al trifluralinului, dar şi al unor sulfonilureice). Fenomenul se datorează aceloraşi ROS (Reactive Oxygen Species) care blochează fotosinteza pe mai multe căi (vezi şi figura 456).

Figura 454. **Daune nepatogene provocate de poluării cu emisii care au provocat ploi acide. Arbore de nuc desfrunzit datorită poluării intense cu amoniac** (Berca M., 2005)

În figura 455 este prezentat un model de fitotoxicitate a unor erbicide din clasa acetanilide (alachlor, metolachlor) atunci când doza a fost depăşită şi pelicula defectuos formată. Alte forme de toxicități pot fi create de unele metale grele, cum ar fi cromul.

În acest sens o lucrare interesantă ne vine de la Panda S.K. şi colab, 2005, cu rezultate obținute în Brazilia. Rezultatele arată că şi cromul creează ROS*, indiferent de proveniența sa, prin apariția unor forme oxidative de stres (figura 456).

* ROS = Reactive Oxigen Species sau SOR = specii reactive la oxigen

Figura 455. **Modele de fitotoxicitate cu erbicide din clasa acetanilidelor la porumb** (stânga) **şi soia** (dreapta) (după Gordon Johnson (2009) citat de Universitatea Delaware – Kent County. www.modelvegetable.blogsport.com)

Deşi atât cromul cât şi alte metale grele, în cantităţi foarte mici sunt cerute de metabolismul plantelor pentru îndeplinirea unor importante funcţii fiziologice, în cantităţi mari ele devin toxice. A fost făcut un studiu în acest sens pe numeroase plante, de fiecare dată acţiunea toxică se bazează pe ROS. Toxicitatea cromului este simptomatică şi se manifestă prin arderea frunzelor, datorită excesului de oxidare (figura 457).

Dacă se ia în considerare actualul potenţial al soiurilor, atins arareori printr-o producţie record, constatăm că cele mai mari pierderi, întotdeauna situate între 50 şi 70%, se datorează factorilor abiotici mai sus prezentaţi (figura 458).

Datele din figura 458 reprezintă o analiză efectuată de Bayer Crop Science şi prezentate într-un workshop la 31.10.2006. În ciuda modernizării sistemului de protecţia plantelor, pierderile biotice continuă şi ele să fie cuprinse între 10 şi 15% şi atunci, dintr-un potenţial de recoltă de 20 t la porumb vom obţine ceva peste 4 tone (adică a 5-a parte dintr-un potenţial de 15 t/ha la grâu, vom obţine în jur de 3 t, adică, de asemenea, a 5-a parte; şi lucrurile stau asemănător şi la alte culturi ca soia, ierburi, hamei, orz etc.

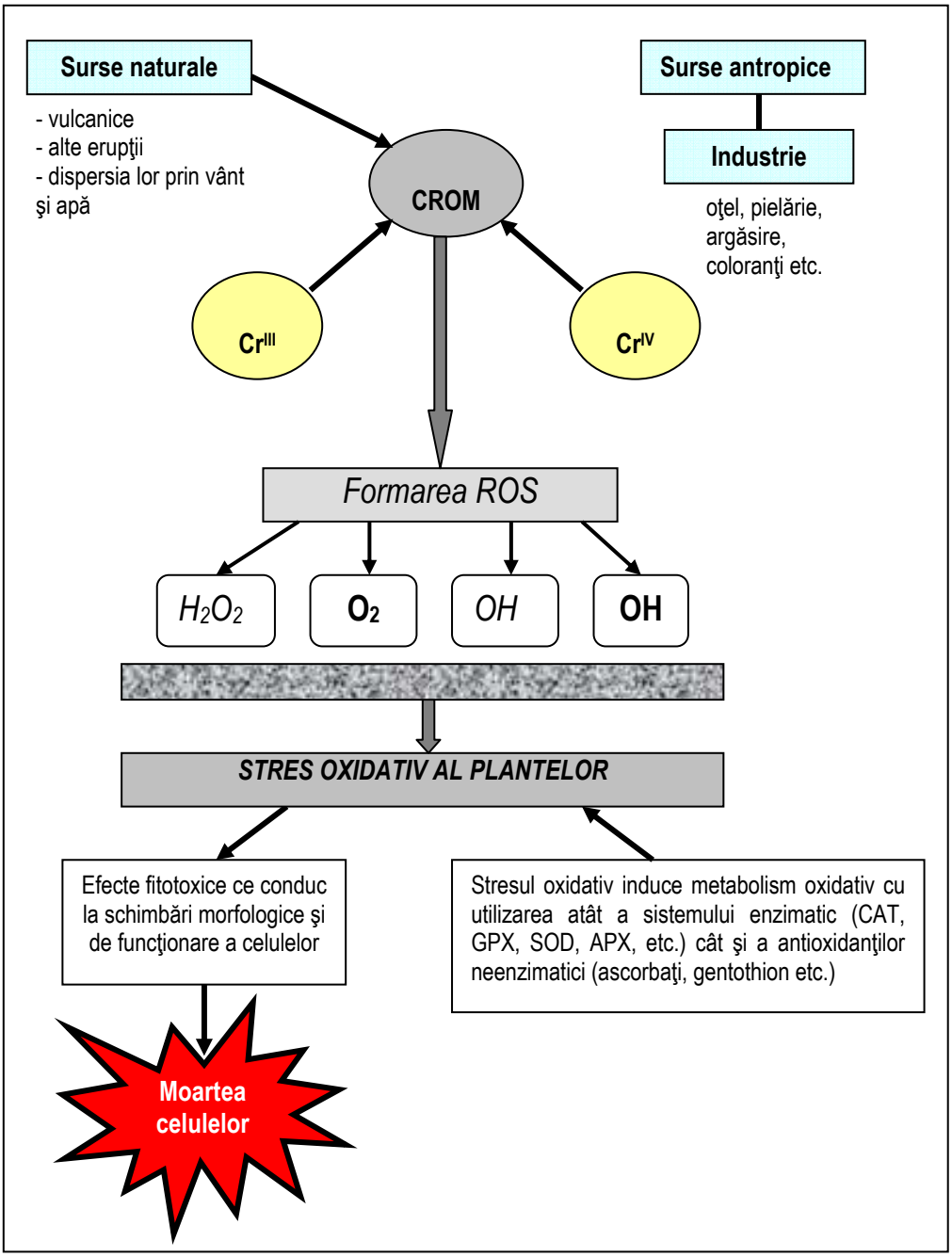


Figura 456. **Diversele surse de crom sunt în egală măsură implicate în inducerea stresului oxidativ la plante** (**Sursa:** Panda şi colab., 2005 – prelucrare avansată)

Figura 457. **Fitotoxicitate puternică determinată de necroze în cazul surplusului de cobalt în sol. Fenomenul generat de ROS cu formare de apă oxigenată, ozon şi alţi reactivi oxidativi** (Sursa: www.nbci.com)

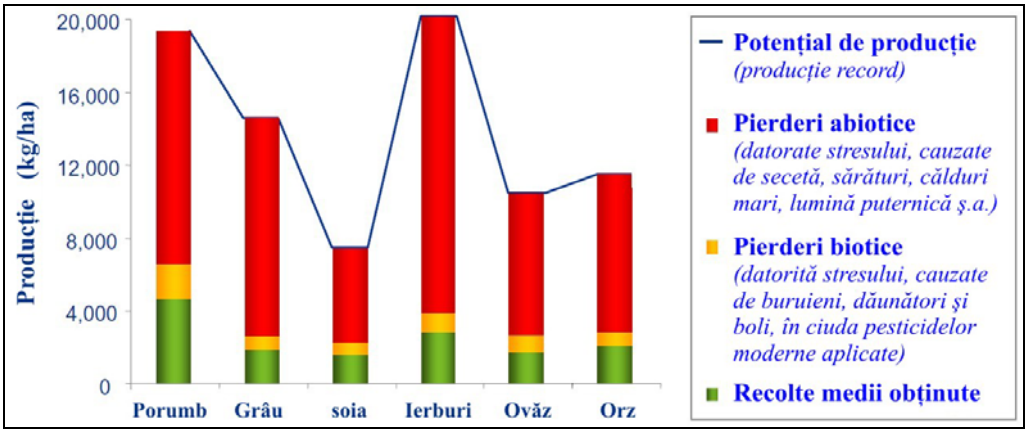


Figura 458. **Pierderi de recoltă la unitatea de suprafaţă/ha pentru diferite plante generate de stresuri abiotice şi biotice** (**Sursa:** Buchanan, Gruissem, Jones: *Biochemistry and Molecular Biology of plants*. American Society of Plant Physiologists, 2000 – prelucrate de Bayer Cropscience. Analiză pentru media ţărilor ce oferă o statistică reală.)

Graficul din figura 458 arată în plus cât de mult are cercetarea de lucru, mai ales în domeniul producerii de material genetic pentru a crea soiuri şi hibrizi care să protejeze plantele de cultură de stresurile oxidative, iar energia generată de soare sub formă de căldură şi lumină să poată totuşi să fie înglobată în metabolismul plantelor pentru realizarea de material energetic sub formă de biomasă utilă. Ne gândim, de asemenea, la blocarea prin mecanisme genetice a consumului risipitor de apă, adormirea metabolismului şi reluarea lui când funcțiile vitale ale acestuia revin la normal.

13.3. MĂSURI DE REDUCERE A FACTORILOR DE STRES ABIOTIC LA CULTURILE AGRICOLE

13.3.1. Adaptarea plantelor la stres

În viziunea lui Script Z.F. şi colab. (2007), cât şi a altor autori, plantele sunt organisme legate de locația în care au fost cultivate şi deci nu se pot feri prin deplasare şi evitare de factorii de stres – cauzatori de daune cantitative şi calitative. Conform lui Levitt, citat de Script (2007), plantelor le stau la dispoziție trei strategii de apărare:

1) **Evitarea stresului**, adaptare pasivă, care corespunde cu modificări în comportamentul plantelor, care să evite perioade de stres. De exemplu, strângerea sau rotirea frunzelor la porumb sau altor plante atunci când temperaturile sunt ridicate iar apa este puțină.

2) **Amânarea, întârzierea** factorului de stres printr-o adaptare activă a sistemului său de apărare. Aceasta presupune că într-adevăr este necesar să acceptăm că planta are un sistem de apărare de tip imuno-rotativ atât împotriva factorilor abiotici, cât şi a celor biotici.

3) **Toleranța**, o anumită formă de rezistență care vine din interiorul plantei, dar care constituie o armă principală de apărare.

Strategia a doua, dar nu numai, este generată de produsele metabolice secundare, care apar însă în anumite genuri, familii sau specii. Metaboliții secundari au fost considerați vreme îndelungată ca produse „de umplutură", nenecesare plantelor. În ultimii ani însă cercetătorii mai sus amintiți au constatat cu surprindere că aceste substanțe metabolice secundare joacă un rol decisiv privind adaptarea plantelor la factorii de stres biotici şi abiotici. **Foarte importantă apare funcția de armă de apărare a acestora contra paraziților şi patogenilor**.

Ne sunt cunoscute până în prezent patru grupe principale de metaboliți secundari care îndeplinesc această funcție, şi anume:

1. **Alcaloizii** – molecule organice, care dispun de un atom de azot terțiar sau cuaternar înglobat în scheletul de atomi de carbon.

2. **Terpenoide** – hidrocarburi specifice, polimeri ai unității isopren a căror biosinteză se derulează prin isoprentenyl-pyrofosfat sau pe calea acetat-mevalonat sau pe calea 1-deoxy-D-xylulase.

3. **Fenolii** – fenilpropan-derivați care se formează din genilalanin, via acid cinamic.

4. **Grupa diverse** – în care putem introduce glicozidele, reprezentate mai ales de aglycorn, foarte adesea o moleculă hidrofobă care se combină cu

resturile de zahăr, rezultând o moleculă hidrofilă sau amfipotică. Numeroşi metaboliţi secundari se găsesc în această formă în celulele plantelor.

Este bine să subliniem că unii metaboliţi ai unor plante, cum ar fi Taxol sau Toxin, prezent în specia *Taxus brevifolia*, constituie o toxină de mare acţiune, ucigătoare la doze foarte mici. Toxina are însă o acţiune puternică de inhibare mitotică, motiv pentru care este utilizată cu succes în combaterea cancerului ovarian şi cel pulmonar, şi nu numai.

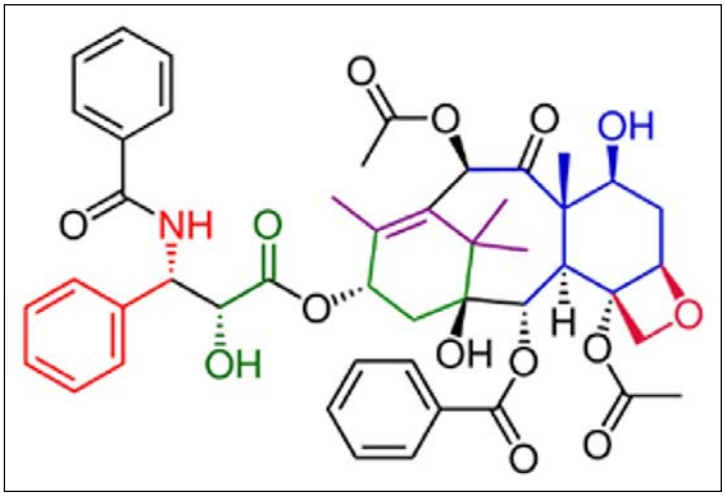


Figura 459. **Taxol – formulă structurată extrem de complicată aflată într-o specie de tuia pacifică, denumită *Taxus brevifolia*, utilizată cu succes în combaterea cancerului.** Toxicitatea ei apără planta de orice atac patogenic. Nu se cunoaşte însă sistemul de autoapărare al acestei plante contra toxinei. Formula restrânsă: $C_{47}H_{51}NO_{14}$

Utilizată însă în stropiri la alte culturi, există şansa inducerii inhibării mitotice a dăunătorilor şi paraziţilor şi chiar a virusurilor. Valoarea enormă pentru sănătatea umană face puţin disponibilă această substanţă pentru creşterea imunosistemului plantelor.

13.3.2. Toleranţa ca formă de stres

Cercetătorii americani şi germani (www.miami.uni-munster.de) sunt de acord, în lucrarea *Fiziologia stresului,* că plantele sunt în măsură să recunoască factorii de mediu prin semnale (procese) transductibile, pe care le traduc prin exprimarea genelor. Cercetări privind expresia genelor la inducerea stresului au fost efectuate pe câteva plante, printre care şi *Mesembryanthemum crystallinum L.* (figura 460).

Figura 460. ***Mesembryanthemum crystallinum L.*** **– plantă test pentru expresia genetică a toleranţei la stresul cauzat de sărăturarea solului**

Pentru mai toate tipurile de stres plantele dispun de gene specifice expresive şi de sinteză a unui număr mare de aşa-numite „proteine stress" care joacă un mare rol în adaptarea la condiţiile de stres (S: Kriver şi colab., 1990) Reymond şi colab., 1998 – citaţi de www.uni.munster.de).

În figura 461 este prezentat un model de transmitere a semnalelor pentru inducerea toleranţei la stres. Factorii abiotici de stres, cum ar fi salinitatea, frigul, uscăciunea sau superîncălzirea activează frecvent semnale de forma unor fitohormoni sau pur şi simplu schimbarea concentraţiei ionilor, îndeosebi cei de calciu.

Semnalele care pot anunţa răspunsuri sistemice la stres este necesar a se derula cu mare viteză prin plante, poate asemănător cu semnalele care se transmit prin neuroni şi fibre nervoase la animalele superioare. În acest caz, adică la plante, fenomenul are loc cu ajutorul fitohormonilor* de tipul etilenei, acidului salicilic, acid jasmonic (derivaţi ciclopentanonici) şi acidul abscisinic. Ultimul dintre ele (acidul abscisinic) joacă în egală măsură un rol important în maturizarea seminţelor şi a germinărilor. Acelaşi rol foarte important îl are în inducerea toleranţei plantelor la stresuri abiotice. Acidul abscinic este cunoscut în biologie şi biochimie şi sub prescurtarea (ABA).

* Etilena şi acidul salicilic pot fi consideraţi hormoni numai prin modul de acţiune, nu şi prin constituţia lor chimică. Efectul hormonic este însă unilateral.

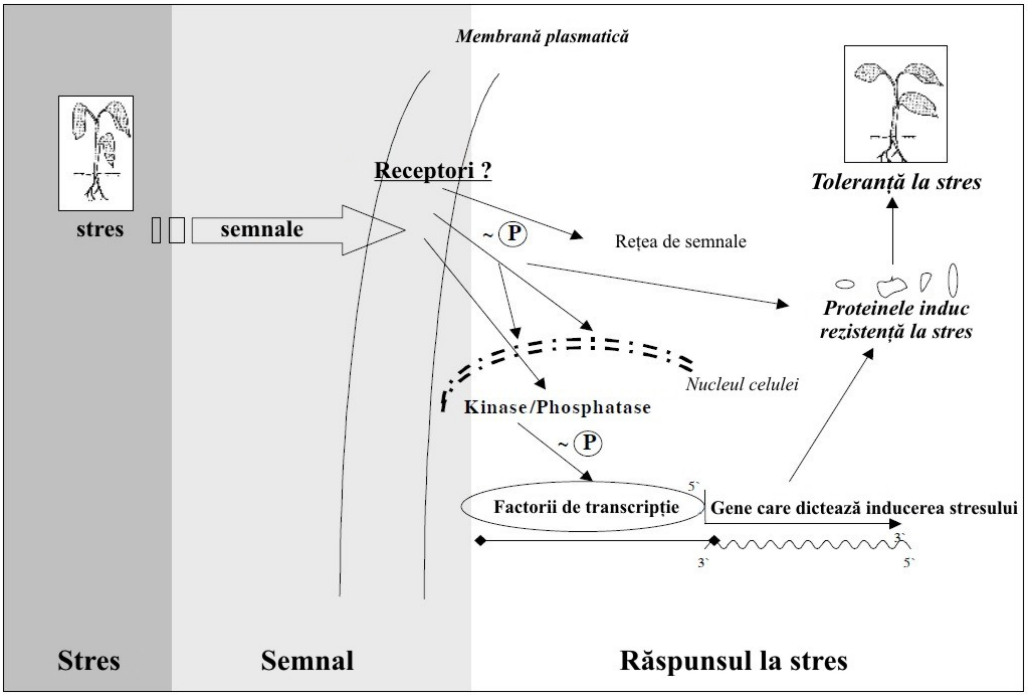


Figura 461. **Model schematic al unui lanţ de semnale în perioada toleranţei la stres a plantelor** (modificat după Taiz şi Zeiger 1999, citaţi de www.uni-munster.de). P = fosforilări; 3' - 5' - sfârşitul unui lanţ ARN; 5' - 3' - sfârşitul unui lanţ ADN

Lista exemplificărilor ar putea continua, dar ceea ce am spus până aici este suficient pentru înțelegerea inducerii genetice a toleranţei la stres a plantelor. Într-un capitol viitor vor fi prezentate rezultatele privind semnalizarea genetică şi inducerea toleranţei la stresul biotic, atât de discutat astăzi.

13.3.3. Importanţa calciului pe perioada toleranţei la stres

Modificări ale concentrației în Ca (Ca^{2+}) regularizează numeroase procese celulare printre care şi răspunsul plantelor la stresuri abiotice, hormoni şi patogeni. Calciul este un ion citotoxic care în citosolul celulelor plantelor se află în concentrații nanomolare (100-200 nM).

În urma unui semnal/stimul se modifică nivelul de Ca^{2+} în citosol prin influxul ionilor din spațiul intracelular, cu ajutorul unor canale speciale pentru traversarea membranei de către ionii de calciu. Această modificare are o relație directă cu numeroase stresuri cum ar fi alternanța căldură/frig, stres osmotic, căldură mare, anoxie, stresuri oxidative şi leziuni. Printre căile de semnalizare apar şi numeroase alte legături încrucişate (cross-talks).

Măsurile de ameliorare a stresurilor vizează direcţia din care aceştia vin.

1. **Stresul cauzat de căldură şi lumină,** foarte prezent mai ales în sudul României este foarte greu de controlat. Există însă trei direcţii pe care se concentrează cercetarea.

a. Calea genetică, despre care am vorbit anterior şi care reprezintă un domeniu de cercetare foarte mare şi greu de controlat. În perioade călduroase plantele consumă foarte multă apă pentru răcire şi nu pentru producţie (vezi teoria lui Raggam). Contactul genetic care să decupleze fenomenul este foarte interesat. Este ca şi cum ursul ar intra în bârlog şi nu ar mai consuma hrană. Mai rămâne problema luminii, al cărui efect ar putea fi redus prin acelaşi mecanism, fireşte în condiţii în care durata fenomenelor nu ar trebui să depăşească perioada maximă a sedentarismului plantelor.

b. Fireşte că **aplicarea apei prin sisteme moderne de irigaţie** ar fi o soluţie mai cunoscută, mai pragmatică. Un sistem de irigaţii modern bazat pe costuri de exploatare mici ar trebui să acumuleze apa în exces din zonele de munte şi dealuri şi să o conducă prin gravitaţie spre rădăcinile plantelor din zona de câmpie şi de sub dealuri (figura 462). În zona luncilor Dunării şi a Deltei poate fi folosită şi apa Dunării. Condiţiile principale a realizării acestor proiecte sunt:

1. Un concept tehnologic modern şi clar adaptat condiţiilor geologice şi pedologice.
2. O zonare corectă nu numai a culturilor, dar mai ales a soiurilor şi hibrizilor.
3. Ca participare la aceste proiecte, fie şi cu sume mici, a tuturor proprietarilor de terenuri. Este necesară pentru responsabilizare.

Decizii politice ferme. Asemenea sisteme ar putea schimba complet echilibrele în ecosistemele antropice şi naturale, ar permite controlul eroziunii solului, creşterea semnificativă a conţinutului de biomasă alimentară şi energetică şi, atenţie, dacă sistemul este închis şi subteran va contribui la creşterea aducerii în sol a unei cantităţi foarte mari de CO_2, care va coparticipa la formarea humusului.

c. Ecologizarea solurilor şi reconstrucţia materiei organice a solului. Se realizează prin regândirea asolamentelor, folosirea plantelor amelioratoare şi eventual injectarea de microorganisme. Prin ecologizare se vor reduce costurile cu inputuri antropice şi se vor folosi cât mai eficient cele naturale. Se vor evita inundaţiile şi secetele prelungite, se va putea uşor şi sigur accede spre normalitate. Prin ecologizarea solurilor stresurile generate de acestea, precum compactitatea, lipsa structurii, deficienţe de înrădăcinare vor dispare iar consumul specific de apă se va reduce semnificativ.

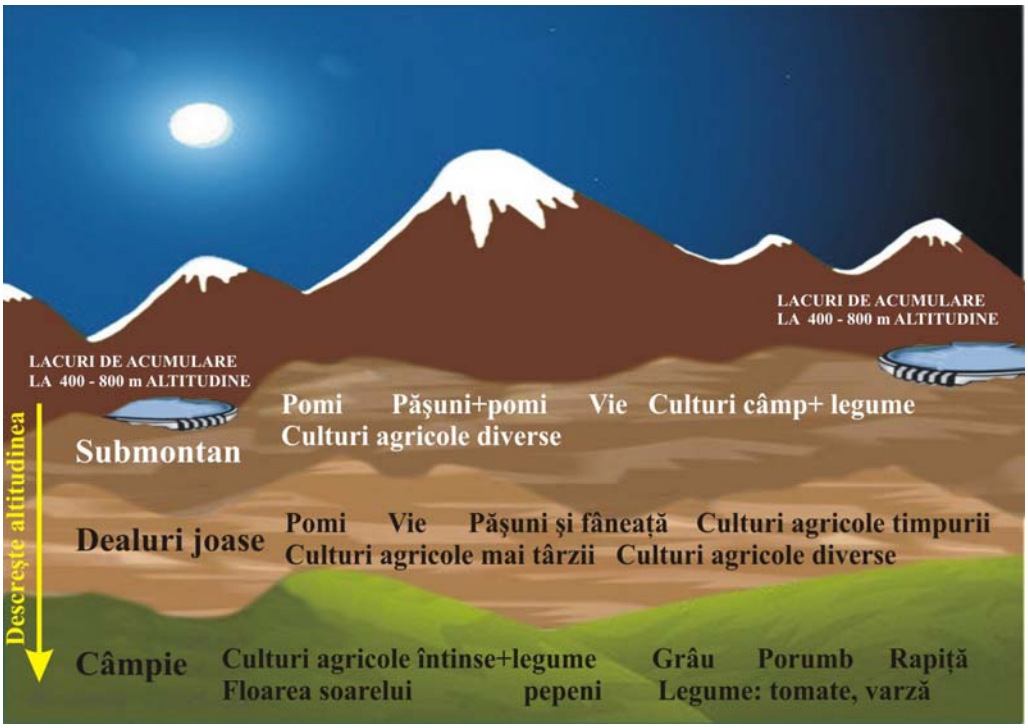


Figura 462. **Un model simbiotic al instalării unui sistem de irigaţie în câmpia de sud. Similar se pot organiza asemenea sisteme pe toate zonele perimontane**

d. În cazuri speciale în care recosntrucţia humusului întârzie din diverse motive inclusiv fenomene de poluare cu metale grele, petrol sau săruri, aplicarea unor acizi huminici speciali (huminici şi fulvici în funcţie de zonă) este binevenită. Produsul austriac **Biovin** şi altele asemănătoare sunt consacrate în peste 20 de ţări, exact pentru acest lucru (vezi subcapitolul *Composturi*).

13.4. STRESURI CAUZATE DE FACTORII BIOTICI

Factorii biotici care cauzează stresuri, uneori fatale, sau deranjamente morfo-fiziologice aducătoare de pierderi mari cantitative şi calitative de producţie sunt foarte numeroşi şi se supun anumitor legităţi puse deja la punct de către foarte numeroşi cercetători, printre care Beck şi Luttge în „Biologie in unserer Zeit" – o sinteză de referinţă a anului 1990. În figura 463 se prezintă o schemă formală prin care ne propunem să explicăm definiţia de stres şi să înţelegem că viitorul ne obligă la cercetări care să ne conducă la optimizarea conceptului de adaptare şi reducere a „stresurilor de orice fel" în realizarea producţiei şi a calităţii ei.

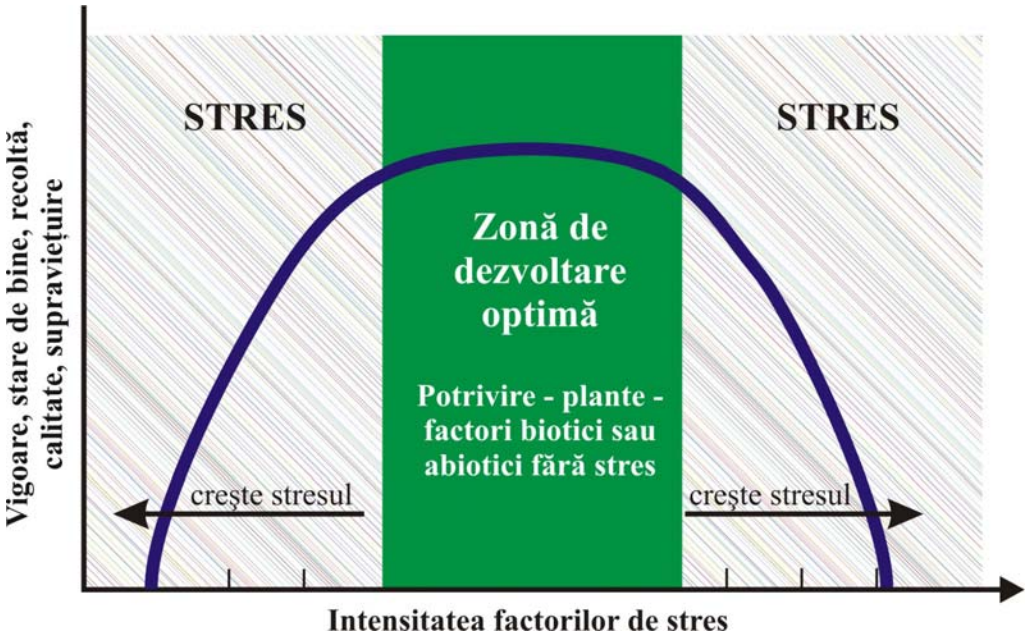


Figura 463. **O schemă formală a definirii noţiunii de stres la plante şi nu numai. În zona centrală, factorii se corelează pozitiv şi optimal cu însuşirile fiziologice, dar şi productive ale plantelor, cum ar fi vigoarea, supravieţuirea, nivelul recoltelor şi al calităţii lor.** Stresul apare atunci când factorii abiotici se găsesc în deficit (stânga) sau în exces (dreapta) şi acesta este cu atât mai mare cu cât nivelul factorilor sau resurselor naturale se îndepărtează, sau cu cât intensitatea atacului paraziţilor şi patogenilor este mai mare (valabil pentru partea din dreapta a figurii). Limitele în stres şi lipsa lui pot fi extrem de diferite la diverse plante. Adaptabilitatea poate întârzia apariţia stresului (viziune proprie).

13.4.1. Conceptele de EUSTRES şi DISTRES

Termenii au fost folosiți pentru prima dată de endocrinologul Hans Selye în 1975, care a publicat un model care împarte stresul în două categorii majore, şi anume:

Eustres, definit ca un stres pozitiv, creator, denumit uneori şi stres creator, preluat din medicina umană şi transferat şi în lumea plantelor, inclusiv a celor cultivate. Până la un anumit nivel, eustresul este considerat ca şi stres de performanță, care în lumea plantelor se exemplifică foarte diferit.

De exemplu, stresul de apă – toamna la cereale – le obligă pe acestea să-şi dezvolte un sistem radicular de profunzime. Rădăcinile aleargă în căutarea apei (figura 464). O asemenea plantă va explora un volum mare de sol şi va rezista mai bine distresului oferit de seceta de vară (planta **a** comparată cu planta **b**, figura 464).

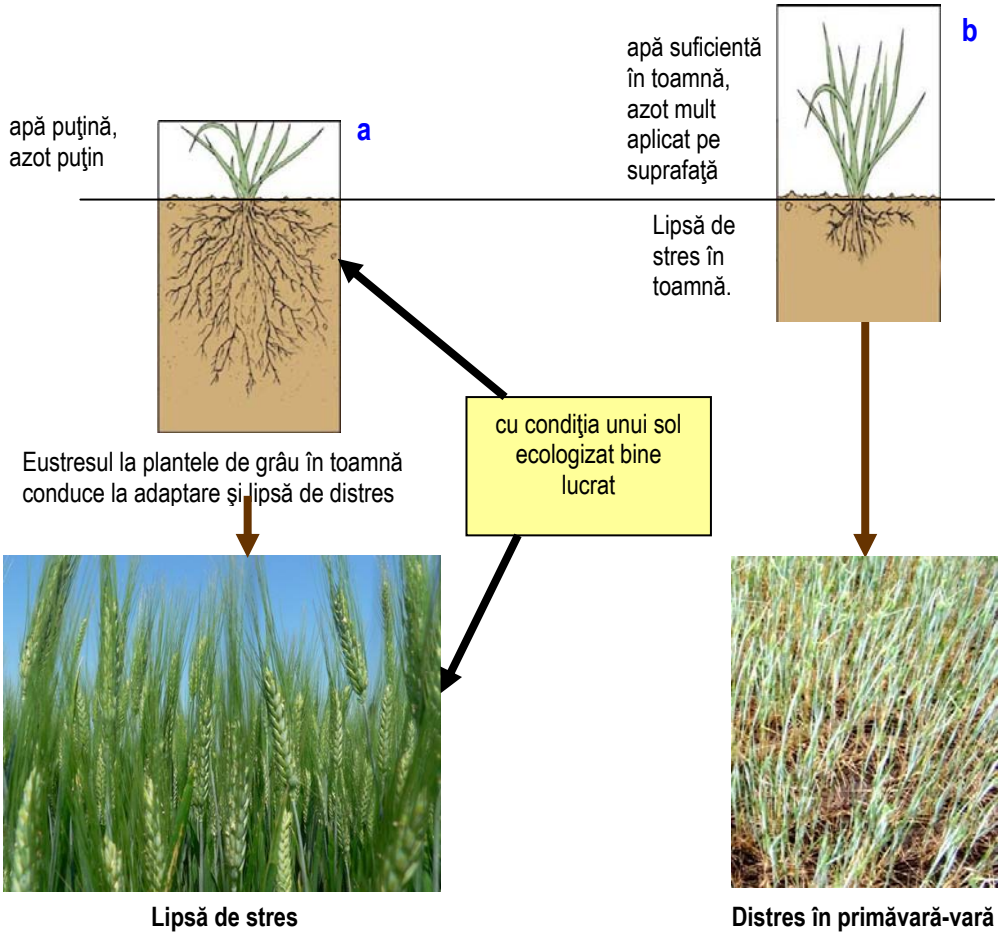


Figura 464. **Eustresul de toamnă privind apa şi azotul la grâu conduce cel mai adesea la lipsa de stres în primăvara-vara anului viitor.** În timp ce lipsa de stres şi suficienţa apei şi azotului va conduce la distres în primăvara anului viitor (original)

În viziunea lui Beck şi Luttge (1990) conceptul de eustres şi distres este prezentat în figura 465.

Există numeroase forme de eustres în lumea culturilor. De exemplu, evoluţia eustresului pe traseul până la bob (figura 465) se găseşte foarte corect în realizarea simbiozelor. În prima fază a atacului bacteriilor din specia *Rhizobium*, plantele gazdă, leguminoasele, vor fi obligate să suporte un stres care în acea fază tânără a plantelor se manifestă printr-o uşoară depresie a acestora şi care încetează o dată cu fixarea azotului, când se realizează faza de revenire şi apoi de întărire, dezvoltare a plantelor.

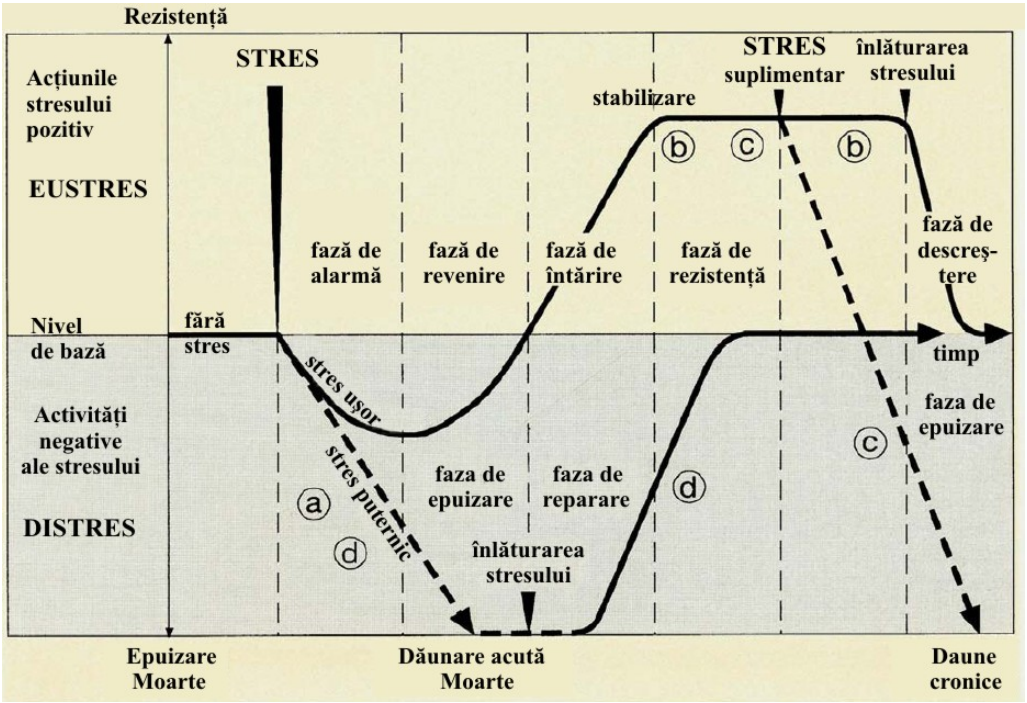


Figura 465. **Conceptul de eustres şi distres în viziunea lui Beck şi Luttge (1990)**

Dacă intervin stresuri suplimentare fie abiotice, fie biotice (temperaturi ridicate la soia, lipsă de apă), după o relativă stabilizare, dacă stresul suplimentar nu este înlăturat urmează o fază de descreştere a acumulărilor care duce la scurtarea vegetației. Înlăturarea stresului în perioade de stabilizare b-b conduce la o stare generală de bine şi la realizarea producțiilor propuse. Fenomenul este identic şi pentru instalarea micorizei prin micorizare controlată sau naturală, şi este valabil chiar şi în cazul unor relații sănătoase plante – bacterii sau plante – protozoare (Frankia la cătină).

Tot un eustres întâlnim şi în cazul combaterii unor buruieni din cultura de floarea-soarelui cu erbicidul Oxadiargil (Raft). În prima fază, plantele suferă un stres teribil încât ai impresia că întreaga cultură va fi distrusă. După circa două săptămâni, plantele îşi revin excelent şi în lipsa concurenței buruienilor dezvoltă o fază de dezvoltare remarcabilă, stabilizarea are loc la maturitate dacă nu intervin stresuri abiotice suplimentare (lipsă de apă, secetă, temperaturi foarte mari), sau biotice, atac de patogeni şi boli din cauza excesului de umiditate sau a unei vremi călduroase.

În cazul distresului cauzat, de exemplu, de un tratament cu un erbicid cu acțiune totală, stresul este rapid şi în scurtă vreme dispar buruienile, dar poate dispărea şi planta de cultură. Faza de reparare apare îndeosebi după stingerea efectului substanței active, în care caz buruienile se refac mai ales din rezerva seminală (d) pe figură. În cazul unor stresuri cauzate de boli, faza de reparare apare numai după tratamentele curative. Reparația nu mai poate fi însă completă, iar efectul stresului este preluat prin scăderea producției şi a calității.

În concluzie, putem spune că în dinamica lor, în timp, stresurile abiotice şi biotice pot duce la combinații ciudate în care un eustres este transformat în distres (vezi punctul c pe figura 465). Este însă foarte puțin probabil ca un distres, oricât de important ar fi fenomenul de reparație, să poată evolua spre un eustres.

13.5. MODELE PRIVIND STRESURILE BIOLOGICE

Agresiunea biologică asupra plantelor de cultură vine din diferite direcții şi poate fi înscrisă în diferite modele de daune, gen **modelul necorelației cu mediul biotic** în care caz plantele, respectiv culturile pot suferi pagube importante.

13.5.1. Culturile sunt atacate de erbivore, fie sălbatice (căprioare, porci mistreți etc.), fie domestice (turme de vaci şi oi scoase la păscut şi nesupravegheate sau intenționat scăpate de păstori) pentru a se hrăni mai bine.

Menționăm că, în complicitate cu primarii localităților, numeroşi ciobani lansează, mai ales pe timp de noapte turmele pe culturile de grâu, porumb, plante furajere, provocând pagube până la distrugerea culturilor. Autoritățile locale, dornice de caş, telemea şi pastramă, protejează ciobanii infractori şi nicicum agricultorii. Județele Călăraşi, Teleorman şi Constanța, dar şi altele, sunt renumite pentru tolerarea acestui gen de infracțiuni.

Protecția culturilor împotriva erbivorelor este uneori foarte scumpă pentru că necesită construcția de garduri, de ziduri, garduri electrice, sau în cazul animalelor sălbatice este necesară utilizarea unor repelenți sau alte substanțe din grupa „apărare chimică". Nu este permisă intoxicarea culturilor pentru a fi omorâte animalele protejate precum urşii, cerbii, căprioarele şi chiar mistreții. Există însă posibilitatea inducerii genetice a unor substanțe naturale de tipul cyanogen-glicosid la *Trifollium repens,* care împreună cu metabolitul Linamarin eliberează HCN, putând intoxica animalele. Fenomenul este asemănător şi la lucernă, în cazul rumegătoarelor, intoxicația producând o meteorizare a animalului, care poate conduce la moartea acestuia. Acest model de intoxicare nu poate conduce la învinuirea fermierului.

13.5.2. Stresul cauzat culturilor de şoarecele de câmp

Şoarecele de câmp (*Microtus arvalis*) (figura 466) este unul din cele mai stresante mamifere ale zonei de câmpie a României. El atacă, de regulă, toamna, iar în perioada 2008 - 2010 a făcut pagube mari la culturile de rapiță, orz, grâu, estimate la mai multe zeci de milioane de euro.

Figura 466. **Modelul fenotipic al şoarecelui de câmp în Câmpia Burnasului – Teleorman.** Rozătorul este un adult şi pare mai alungit decât cel prezentat de literatura de specialitate (foto autor). *Microtus arvalis* (şoarecele de câmp) adult la ieşirea din galerie. În dreapta galeriile săpate de acesta.

Modelul de atac al animalului are loc în vetre, la început mai mici, în jurul galeriei, iar apoi din ce în ce mai mari, o dată cu creşterea numărului de familii (figura 467).

Figura 467. **Atac masiv la rapiţă pe Platoul Burnasului. 2008-2009** (foto autor)

În cercetările făcute în zonă şi publicate de Berca M. şi colab. (2009), s-au determinat pagubele aduse de şobolani prin „stresarea rapiței” prin calcularea indicelui de dăunare I_d după formula:

$$\mathbf{I_d = S_a \times I_a}$$

în care:

S_a = suprafața atacată

I_a = intensitatea atacului.

Corelația între indicele de dăunare şi pierderea de producție la rapiță în 2008-2009 este prezentată în figura 468. Indicele de dăunare I_d a variat între 10 şi 40%, iar pierderea de producție între 250 şi 1050 kg/ha, ceea ce echivalează valoric cu o diminuare cu circa 350 euro/ha, la prețurile din 2009.

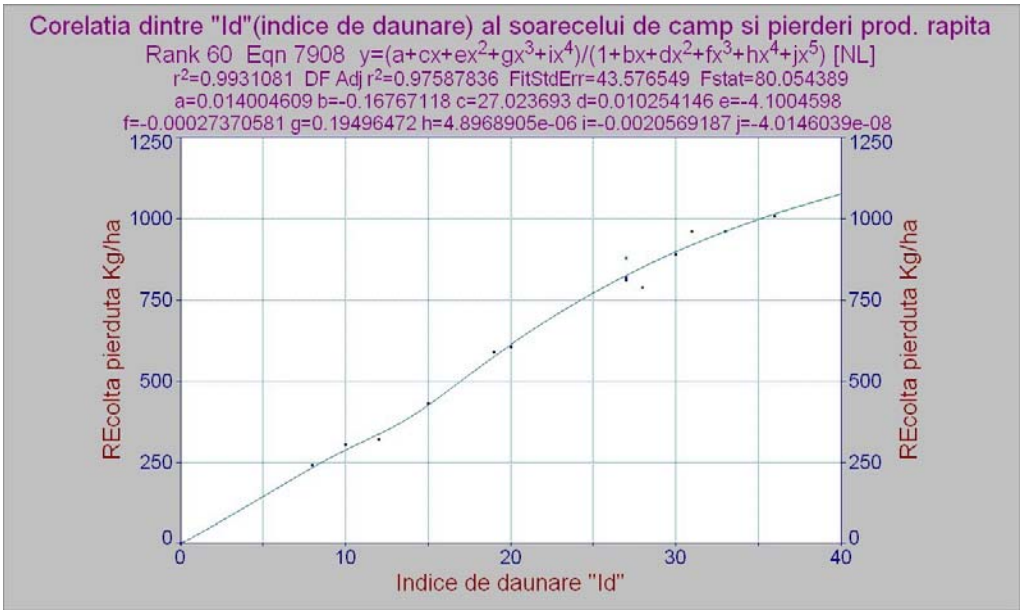


Figura 468. **Corelaţia între I_d (indicele de dăunare) al şoarecelui de câmp şi pierderi de producţie la rapiţă** (**Sursa:** Calcule după cercetări personale)

Stresul maxim produs de şoareci s-a realizat la o populație de până la 20 exemplare/mp, în care caz suprafața distrusă a fost de circa 40%, iar producția pierdută de 1100 kg/ha. Asemenea pierderi s-au extins în perioada 2009-2010 şi în zona județelor Călăraşi, Ialomița şi de asemenea în Dobrogea (figura 469).

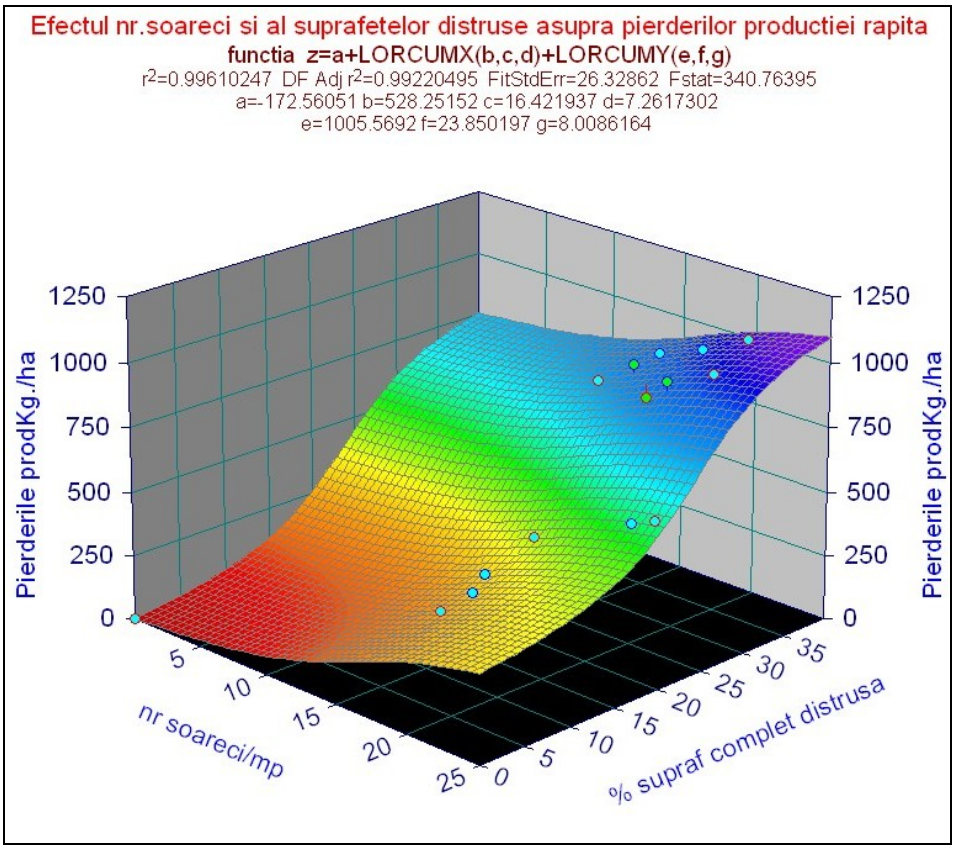


Figura 469. **Efectul numărului de şoareci şi al suprafeţelor distruse asupra pierderilor producţiei de rapiţă**

Cauza stresului major produs de şoarecele de câmp este una de natură ecologică. În Câmpia Burnasului, principalii dăunători ai şoarecelui care menţineau sub control populaţia de şoareci au fost ulii, vulpile şi unele specii de ciori. Aceleaşi păsări şi animale constituiau un real pericol şi pentru puii de iepuri. Or, Asociaţia Vânătorilor avea un contract de export de animale vii către Italia. În aceste condiţii au împuşcat masiv prădătorii şoarecilor, dând ocazia acestora din urmă să se înmulţească peste măsură.

13.5.3. Combaterea stresului cauzat de şoareci

Lauenstein G. (2009) susţinea un referat la Berlin, la Sesiunea ştiinţifică „Zilele de iarnă DLG", în care după ce a prezentat pagubele enorme aduse de şoarecii de câmp ţăranilor din Germania a spus: *„În condiţiile de azi ale legislaţiei europene, şoarecele de câmp împreună cu pagubele uneori imense*

pe care le provoacă rămâne o problemă nerezolvată”. Afirmația profesorului german este foarte întemeiată pentru că orice toxină chimică care omoară şoarecele provoacă pagube şi altor mamifere cu sânge cald, putând reduce biodiversitatea, mai ales în zonele de câmpie.

Cu ani în urmă a fost omologat pentru combaterea rozătoarelor de câmp endosulfanul în formulare de 35% şi în concentrație de 3%. Aplicațiile s-au efectuat masiv în anii 1998-2001 şi 2003-2005 în Banat, reuşindu-se o reducere sub limita de dăunare a populației. E drept însă că au fost omorâte şi câteva cârtițe. Produsul este astăzi interzis în Uniunea Europeană, atât ca raticid cât şi ca insecticid.

Pentru combaterea rozătoarelor de interior putem afirma că problema este rezolvată. O serie întreagă de momeli cu produse îndeosebi cu substanțe active cumarinice din diferite generații sunt astăzi pe piață. Pentru suprafețele mici de până la 10 - 15 ha există momeli omologate din numai 1-2 substanțe active. Asemenea suprafețe pot fi tratate, deşi manopera este foarte ridicată.

Dacă se pune însă problema tratamentelor pe suprafețe de mii de hectare, problema devine o adevărată catastrofă, nemaiexistând astăzi aparatura necesară pentru aplicarea momelilor, o asemenea metodologie fiind interzisă. În zonele agricole greu stresate de şoarecele de câmp agricultorii au aplicat însă capcane în cantități imense, cu manoperă foarte multă şi costisitoare, care în unele cazuri au dus culturile în nerentabilitate. Putem afirma deci şi noi că problema – pe cale chimică – este într-adevăr nerezolvată.

13.5.4. Alte mijloace de control al stresului rozătoarelor

Deşi nu ne convine pe solurile puternic infestate, efectuarea unei arături adânci între 25 şi 30 cm constituie o metodă destul de eficace mai ales la populații mari. Arătura ar trebui făcută în lunile august-septembrie. Foarte important este faptul că populația care scapă plugului este necesar a fi adusă la rândul ei în stres – pe două căi, şi anume:

– Lucrarea încă de două ori cu gruberul a arăturii pentru ca animalele să nu poată să-şi facă cuiburi şi să se reproducă.

– Combaterea buruienilor, a samulastrei şi a oricărei surse de hrană pentru slăbirea organismului şi expunerea lui la boli.

Dacă insistăm să protejăm solul de oxigenarea puternică pe care o induce arătura, se poate renunța la ea, în care caz se practică peste vară-începutul toamnei 2-3 lucrări cu gruberul greu sau cu tigerul la o adâncime de 20-30 cm. Important este ca animalele să nu reuşească să-şi facă cuiburi în parcele. Pe zonele nelucrate şi mai ales pe taluzele fostelor canale de irigații

şoarecii de câmp găsesc condiţii ideale de habitat şi reproducţie. Aici sunt necesare aplicări de momeli omologate şi combaterea vegetaţiei prin tratamente repetate cu gliphosat pentru epuizarea rezervei de hrană.

13.5.5. Refacerea echilibrelor ecologice

Dacă legile ecologice ale competiţiei pentru resurse nu funcţionează, atunci este necesar a fi refăcute. După un litigiu juridic cu Asociaţia de Vânători, câştigat de fermieri, aceştia au închis poligonul de creştere naturală a iepurilor. Uliul de câmpie (figura 470) [*Accipiter nisu*] a reapărut din zonele învecinate, atras de abundenţa hranei lui preferate, şi profitând de aceasta s-a înmulţit reuşind să devoreze surplus de şoareci, să readucă populaţia aproape la limita de toleranţă. Suntem siguri că în anii viitori echilibrul se va reface. Pagubele agricultorilor nu vor fi însă plătite de nimeni. Distrugerea echilibrelor ecologice este prezentă mai peste tot în România, deşi această ţară are un Minister al Mediului, care se ocupă de orice, numai de mediu nu.

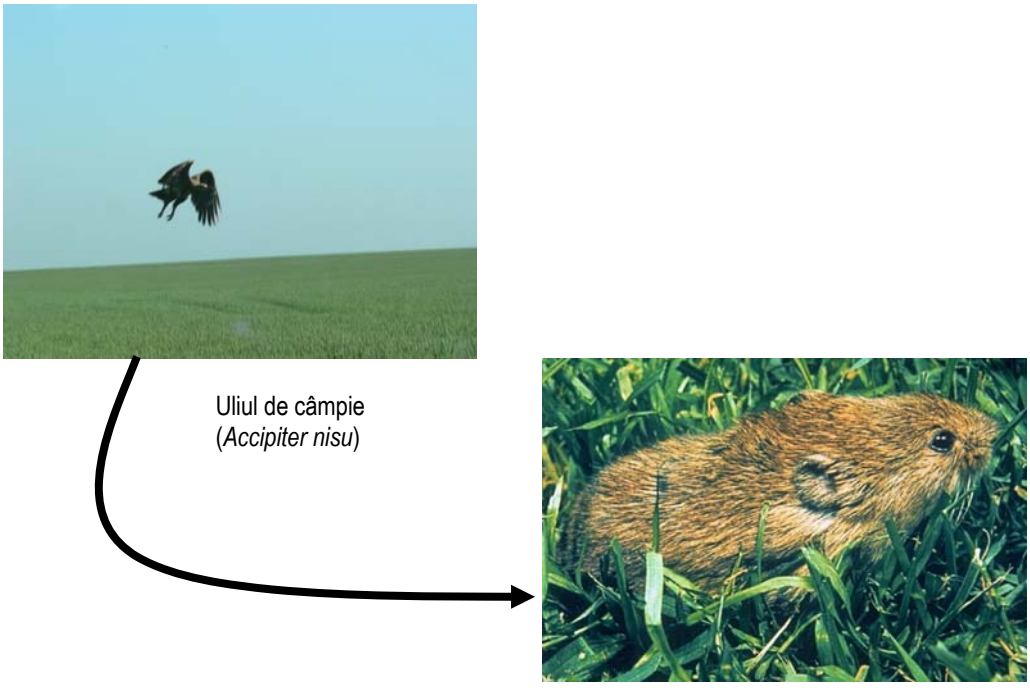


Figura 470. **Atacul asupra şoarecelui de câmp este atât de rapid încât uliul chiar dacă este la peste 100 m înălţime şi şoarecele la numai un m de galerie, rămâne fără şansa de a scăpa**

13.6. STRESURI CARE IMPLICĂ UTILIZAREA MIJLOACELOR DE PROTECŢIA PLANTELOR

Luate în ansamblu stresurile care necesită printre altele şi mijloace de protecția plantelor sau pesticide sunt generate de următoarele grupe de dăunare:

- buruieni
- boli
- dăunători
- bacterioze şi viroze.

În această lucrare nu ne propunem să prezentăm în detaliu toate stresurile cauzate de buruieni, boli şi dăunători, şi nicidecum să prezentăm tehnologia de aplicare a lor, pe care cititorul nostru o găseşte în cărțile de specialitate. Vom scoate însă în evidență acele metode complexe de control care vor constitui în viitor resurse de bază în practicarea noului model de agricultură.

Stresul văzut în acest caz de către colegii de la Bayer Cropscience este considerat ca un „**complex de factori care creează deranjamente în bilanțul energetic al plantelor"**. Definirea mi se pare extrem de corectă, căci pentru comparație avem nevoie de un indicator comun, care şi în acest caz este „**energia**". Pierderea unei cantități prea mare de energie în sistemul metabolic al plantelor de cultură conduce iremediabil la pagube plantelor, pagube care influențează negativ nivelul şi calitatea recoltelor. În condiții de stres, fie el abiotic fie biotic, proteinele de tip PARP (poly (ADP-ribose) polymerase sunt cei mai puternici consumatori de energie ai plantei (figura 471).

Proteinele PARP sunt constituite în gene şi este tipic diferitelor soiuri sau hibrizi de plante. Acest lucru înseamnă că în procesul de selecție al amelioratorilor, reducerea nivelului PARP, adică al genelor mari consumatoare de energie s-ar putea obține prin procedeul [(gene inactive – „gene silencing") = RNAI], un nivel mai redus al acestora, şi deci o mai mare toleranță la stres.

În figura 472 este prezentată schematic modalitatea de obținere unui nivel redus de PARP – proteine şi al unor plante mai rezistente la stres. Acest sistem combinat cu creşterea imunității plantelor, despre care vom mai vorbi în acest material, constituie proiecte de viitor ale amelioratorilor.

Experimentele efectuate de Bayer CropScience atât în laborator cât şi în câmp indică o toleranță ridicată şi o producție semnificativ superioară pe care plantele de rapiță o obțin vizavi de secetă atunci când nivelul de PARP a fost şi el redus. Preocupările cercetătorilor din industria de ştiința vieții încearcă să crească toleranța la stresuri pentru a se racorda prin utilizarea unei cantități mai mici de PPP la cerințele agriculturii modele mai ales că, aşa cum s-a observat din figura 472 stresurile abiotice acționează de 5-6 ori mai energic în reducerea producției decât cele biotice legate de buruieni, boli şi dăunători.

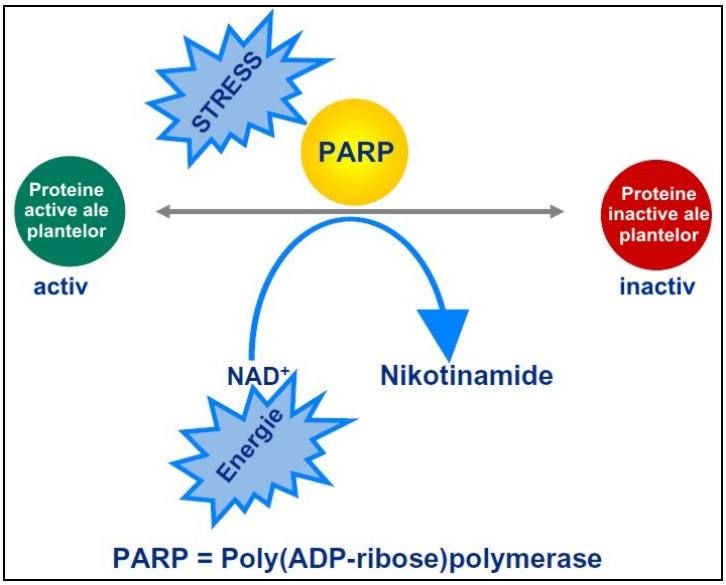


Figura 471. **Proteine PARP. Sunt cele mai mare consumatoare de energie în condiţii de stres a plantelor** (**Sursa:** Innovations-Perspektive - Workshop Bayer CropScience - Leverkusen, 31 oct. 2006)

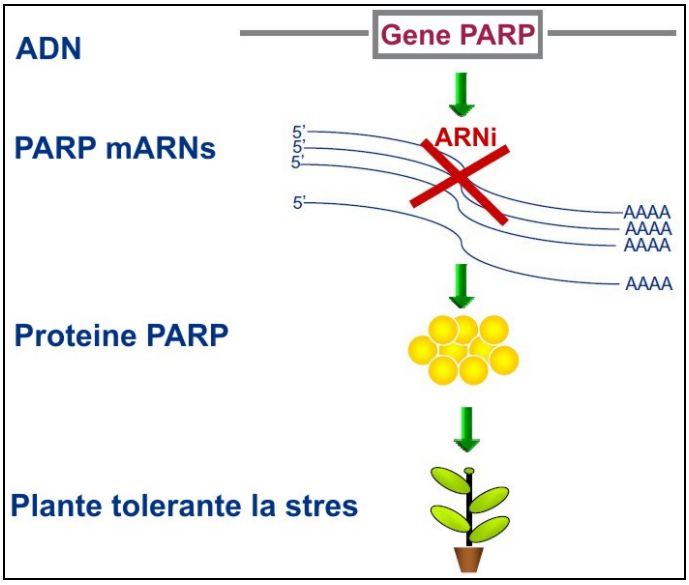


Figura 472. **Nivelul PARP poate fi redus prin tehnologii noi şi moderne cunoscute ca „Gene silencing" sau (RNAi). PARP se reduce aici prin suprimarea a patru secvenţe genetice tip AAAA** (**Sursa:** Innovations-Perspektive - Workshop Bayer CropScience - Leverkusen, 31 oct. 2006)

Şi totuşi pierderile generate de ansamblul de buruieni, boli, dăunători rămân mari chiar în condiţiile aplicării produselor de protecţia plantelor (tabelul 133) – după Uni Boku- Viena (1994).

Tabelul 133

Mărimea economică a daunelor aduse plantelor de către stresurile biotice din grupe (buruieni, dăunători, patogeni) la nivel mondial

PIERDERI %				
Cultura	**Patogeni (boli)**	**Dăunători**	**Buruieni**	**Total**
Orez	15,1	20,7	15,6	51,4
Grâu	12,4	9,3	12,3	34
Orz	10,1	8,8	10,6	29,4
Porumb	10,9	14,5	13,1	34,8
Cartof	16,3	16,1	8,9	41,3
Soia	9	10,4	13	32,4
Bumbac	10,5	15,7	11,8	37,7
Cafea	14,8	14,9	10,3	30
Media	12,4	13,8	11,9	38,1

Sursa: Oerke şi colab, 199 citaţi de Boku (2004) – prelucrat.

La nivel mondial pagubele cele mai mari sunt aduse de dăunători (insecte în special) urmate de boli şi de buruieni. Cele mai mari pagube se înregistrează la orez (poate şi din cauza tehnologiilor practicate în zona de cultură a orezului), urmat de cartof cu peste 400 de stresuri cauzate de agenţii de dăunare, apoi de cafea, porumb şi bumbac. Cele mai mici pagube se înregistrează la grâu şi soia.

13.6.1. Stresul cauzat de buruieni

Principalul stres cauzat de buruieni culturilor agricole este concurenţa. Concurenţa se instalează pentru :

- Resursele abiotice (lumină, apă, elemente nutritive)
- Reacţii de prevenire, stres de aşteptare.
- Concurenţa se poate instala şi între indivizii populaţiei favorizate dacă nu se respectă tehnologiile şi mai ales densitatea.
- Biochimică. Alelopatia şi alte influenţe fizice şi biochimice,

Concurenţa pe care buruienile o fac plantelor de cultură diferă de la o specie la alta. În ansamblu există însă întotdeauna o corelaţie negativă între masa totală de buruieni din cultură şi biomasa utilă care conduce la formarea recoltei.

Cercetările privind acest subiect sunt extrem de numeroase, iar o sinteză a lor devine neîncăpătoare în spaţiul acestei cărţi. De aceea vom prezenta câteva definiţii şi noţiuni precum şi câteva modele privind pierderile aduse de buruieni culturilor, parametri privind indicatorii de concurenţă şi rolul lor în prognoza pierderilor.

Cum ne propunem în această lucrare să oferim mai multe date susceptibile de comparaţie vom începe cu indicele de concurenţă (I_c).

13.6.1.1. Indicele de concurenţă şi pierderile de producţie (Ic)

I_c poate fi calculat în mai multe feluri şi în mod similar poate el să fie exprimat. Flatter (1999) dă următoarea expresie indicelui de concurenţă I_c pentru fiecare specie:

$$\text{Ics} = \frac{\text{densitate_buruieni} / \text{m}^2}{\text{q} / \text{ha_pierderi}}$$

I_{cs} este denumit şi indicator specific pentru că se adresează unei singure specii de buruieni. Indicele de concurenţă interacţionează puternic cu solul şi îndeosebi cu starea lui ecologică biologică şi de fertilitate.

De exemplu la o densitate 60 plante *Stellaria media*, autoarea sus citată găseşte un indice de concurenţă Ics = 7, ceea ce înseamnă că pierderile erau de $\frac{60}{7} = 8{,}5 q / ha.$

Modelul pierderilor pentru grâul de toamnă, oferit de Flatter, 1999, este următorul:

$$\text{Pp} = [\sum_{i=1}^{n} \text{di} * \text{Ics}]\text{Fe}$$

în care:

P_p = pierderi de producţie în q/ha

di = frecvenţa unei specii în ansamblul îmburuienării (plante/m^2)

Ics = indicele de concurenţă specific

Fc = factor de corecţie cu referire la densitatea de ansamblu.

Indicele specific de concurenţă diferă mult de la un sol la altul. De exemplu,

- în cazul speciilor de *Lamium* I_{cs} = 2,14 pe soluri diluviale şi 1,33 pe soluri lössoide

- în cazul speciei *Polygonum aviculare* I_{cs} = 5,71 pe soluri diluviale şi 3,39 pe soluri lössoide, pentru ca

- în cazul lui Convolvulus I_{cs} = 7,01 pe soluri diluviale şi 4,52 pe soluri argiloase.

Este necesar ca aceste date să fie luate în seamă cu prudență, fiind calculate în țări cu alte condiții climatice. În România este necesar a fi calculate pentru toate solurile şi speciile periculoase din diferite culturi. Din nefericire, distrugerea cercetării româneşti de către factorii politici anulează satisfacția de a dispune pe plan local de asemenea indicatori extrem de utili.

Modelul mai este necesar a fi corectat şi în funcție de starea culturii de grâu în acest caz (F_{cc}), iar Flatter găseşte un factor de corecție pentru culturi bune:

$F_{cc} = 0,75 – 0,85$

dar şi un factor de corecție pentru culturi slabe:

F_{cc} culturi slabe = 1,15 – 1,25.

Cum am văzut că I_{cs} variază foarte mult cu solul, devine necesară calcularea unui factor de corecție şi pentru sol, şi autoarea mai sus citată găseşte că acest factor:

Fsol di = 1,25 pentru solurile diluviale şi

Fsol lö = 0,75 pentru solurile lössoide.

Ținând cont de asemenea corecții, modelul îmbunătățit al pierderilor la grâu în funcție de îmburuienare devine

$$Pp = [\sum_{i=1}^{n} di \times Ics] * Fc \times Fcc \times Fsol$$

Prognozele efectuate cu asemenea modele indică valori apropiate de realitate dar pentru fermieri sunt greu de aplicat. De aceea consider că transferul acestor rezultate în modele tabel sunt mai uşor de citit de către producătorii agricoli.

Un alt autor care s-a preocupat de funcțiile descrierii efectelor concurențiale ale buruienilor este francezul Cousens (1985). Funcția creată de el pleacă de la următoarele premize:

a) La o îmburuienare = 0 buruienile nu pot exercita nicio concurență şi, ca atare, nu înregistrăm pierderi de producție.

b) La îmburuienări reduse pierderile de recoltă se corelează pozitiv cu densitatea îmburuienării.

În acest caz ecuația devine:

$P_p = D_b \times I_c$

în care:

P_p = pierderi de producție kg/ha

D_b = densitatea buruienilor plante/m^2 şi
I_c = indicele de concurență calculat

$$Ic = \frac{\text{(Producție totală) - (pierdută) kg/ha}}{\text{Nr. plante buruieni/m}^2 \text{ la densitate mică}}$$

c) Pierderile de recoltă pot să ajungă la maximum 100%, deşi uneori chiar şi la o densitate foarte mare rămâne încă posibilitatea recoltării unei mici producții.

d) Funcția capătă alură degresivă, deoarece o dată cu creşterea densității buruienilor creşte şi concurența intraspecifică a populației de buruieni, ridicându-se efectul negativ al fiecărei specii individuale asupra plantei de cultură.

Ținând cont acum de aceste considerente teoretice, ecuația Cousens poate fi rescrisă astfel:

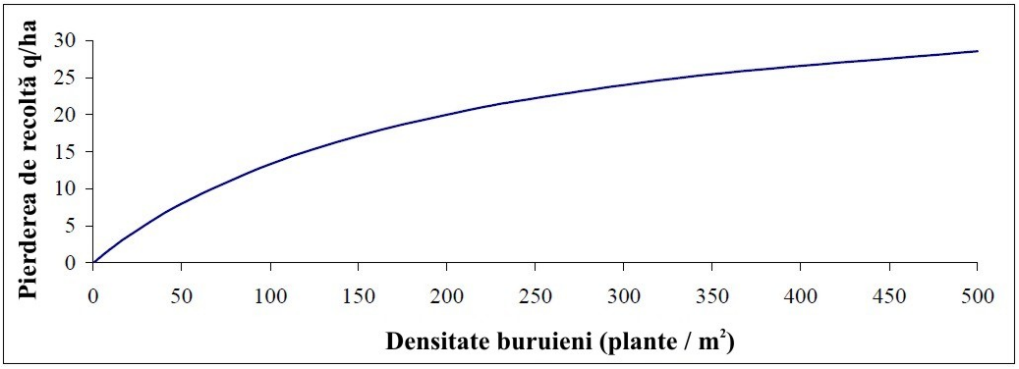
$$Pp = \frac{Db \times Ic}{1 + Db \times \frac{Db}{PM}}$$

în care:

PM = pierderea maximă de recoltă la densitatea considerată maximă.

Db = densitatea buruienilor.

Această funcție este una de tip hiperbolic şi se aplică îndeosebi concurenței oferită de populațiile de buruieni perene, gramineae şi monocotile (figura 473).



I_c = 20 (kg/ha) (plante/m^2); P_M = 40 q/ha

Figura 473. **Funcţia hiperbolică a pierderilor de producţie după calcule efectuate la grâu** (Consens, 1985)

Calculată cu un alt program pentru condiţiile din România pe un interval de îmburuienare de 0-500 plante/m^2 buruieni anuale gramineae şi dicotile, funcţia hiperbolică Cousens capătă forma din figura 474.

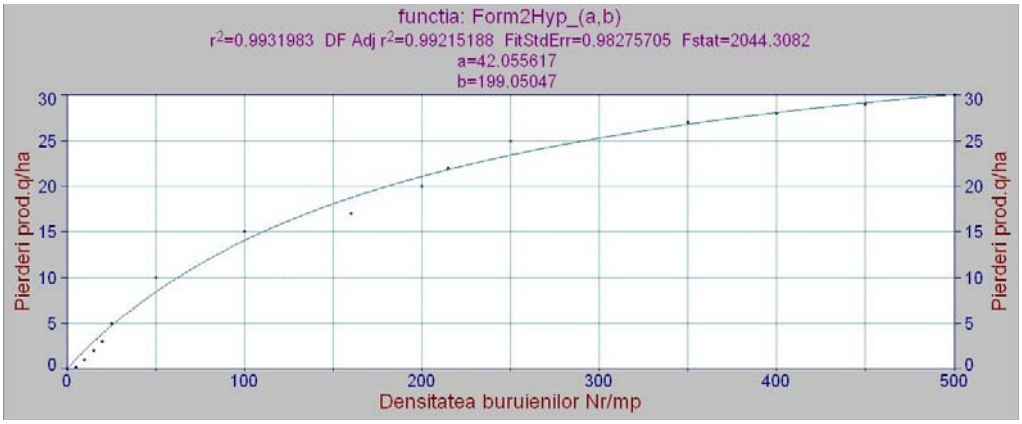


Figura 474. **Funcţia hiperbolică Cousens calculată pentru condiţiile din România la grâu** (**Sursa:** Calcule proprii)

Deşi nu dispunem de alte date pentru toate culturile este interesant pentru producători să cunoască, fie şi aproximativ, pierderile pe care fie şi o singură buruiană le aduce culturilor sale (tabelul 134).

Tabelul 134

Pierderile de producţie în kg/ha boabe pentru 1 plantă/m^2 din buruienile enumerate mai jos (după Pallut şi Flatter, 1998, p. 335)

Buruiana (Denumirea latină)	Denumirea populară	La grâu toamnă	La orz
Alopecurus myosurides	Coada vulpii	3 - 6	3 - 6
Apera spica-venti	Iarba vântului	4 - 8	4 - 8
Capsella bursa-pastoris, Thlaspi arvensis	Traista ciobanului, Punguliţă	2 - 4	2 - 4
Chenopodium album	Lobodă	2 - 4	-
Galeopsis tetrahit	Lungurica	10 - 12	10 - 20
Galium aparine	Turiţă	10 - 30	10 - 30
Lamium spp	Sugel (urzica moartă)	1 - 2	2 - 3
Matricaria spp.	Muşeţel	4 - 12	4 - 12
Myosotis arvensis	Nu-mă-uita	2 - 4	2 - 4
Polygonum spp.	Troscot	3 - 6	3 - 6
Sinapis arvensis, Taphanus raphanistrum	Muştar, rapiţă sălbatică	2 - 4	-
Stellaria media	Rocoina	4 - 8	6 - 8
Veronica spp.	Ventrilică	1 - 4	1 - 3
Viola arvensis	Trei fraţi pătaţi	2 - 3	2 - 3

Completare tabel cu date aduse de Thole, 1992

Buruiana (Denumirea latină)	Denumirea populară	La grâu toamnă	La orz
Matricaria chamomila	Muşeţel	6,5	1,8
Viola arvensis	Trei fraţi pătaţi	5,4	1,9
Lamium purpurem	Sugel	6,2	7,5
Veronica hederifolia	Ventrilică	-	8,0

În cazul buruienilor perene, pagubele per individ specie pot fi mult mai mari.

În cercetările efectuate de Berca M., („Managementul integrat al buruienilor", 2004, Editura Ceres) la cultura porumbului în sudul şi vestul ţării a rezultat că pălămida, mai ales în monocultura porumbului poate crea invazii care pot conduce la compromiterea culturii. La 6 plante/m^2 deja s-a înregistrat o pierdere de 1000 kg/ha pentru ca la 14 plante/m^2 pierderea să fie totală (4500 kg/ha). Vezi figurile 475 şi 476.

Figura 475. **Atac de pălămidă la porumb provenit din zona necultivată dintre parcele (haturi)** (original)

Buruienile perene rămân întotdeauna o mare problemă acolo unde apar pentru că ele au o foarte puternică înmulțire vegetativă, dublată şi de una prin semințe. Alături de pălămidă, pagube mari aduc culturilor cele doi specii de pir

(*Agropyron repens*) şi *Cynodon dactylon*, volbura, *Convolvulus arvensis* şi altele. Aşa cum vom vedea, pericolul este cu atât mai mare cu cât celelalte măsuri agrotehnice nu sunt respectate.

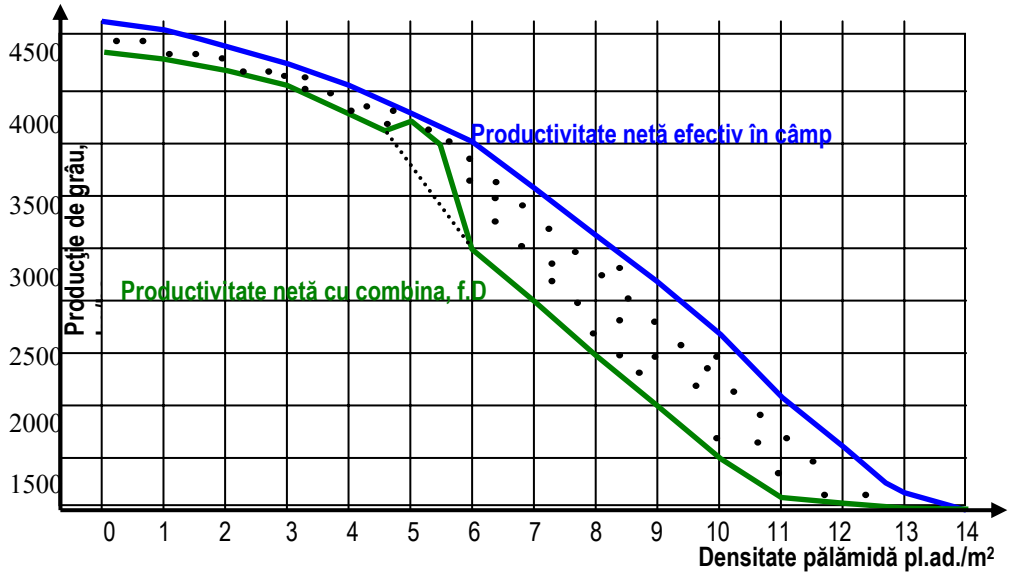


Figura 476. **Pierderile aduse de pălămidă culturii grâului în sudul şi vestul ţării, 2001. Media 19 sondaje** (original)

Pirul poate dezvolta prin înmulţirea vegetativă până la 50.000 plante/m^2, îndeosebi în culturi perene precum vița de vie, pomi, dar şi culturi anuale precum cartof, grâu, porumb, în ultimile două cazuri îndeosebi în condiţii de monocultură. În cultura de viță de vie de la Valea-Călugărească, cunoscuta specie *Cynodon dactylon* conduce la pierderi de struguri de până la 6 to/ha (studii originale, proiect de cercetare) (figura 477).

În mod similar, o altă buruiană perenă (*Sorghum halepense*) prezentă mai ales în sudul ţării în culturi de porumb, floarea-soarelui, cartof, soia, poate conduce prin concurenţă acerbă pe care o face plantelor la pierderi de producţie care pot compromite cultura, mai ales la soia, şi uneori la porumb. De aceea monitorizarea şi combaterea acesteia poate salva producţia de 3-4 t/ha la porumb şi de 1-2 t/ha la soia (observaţii şi măsurători personale).

În condiţii în care recoltatul cerealelor întârzie, costreiul poate apărea ca îmburuienare târzie, îngreunează funcţionarea combinelor şi poate reduce recolta de grâu cu 1000-1500 kg/ha, mai ales dacă alături de el mai apar şi alte specii, cum ar fi *Matricaria c*. (figurile 478 şi 479).

Figura 477. **În cultura viţei-de-vie de la Valea Călugărească infecţia cu pir gros (*Cynodon dactylon*) a ajuns la cifre de peste 270 lăstari/m², producând pagube imense producţiei** (foto autor, 7.11.2006)

Figura 478. ***Sorghum halepense*** **concurează puternic grâul, din cauza ploilor îndelungi la maturitate, provocând pagube de până la 1000-1100 kg/ha datorită îngreunării recoltatului. Calitatea grâului este şi ea afectată** (original).

Mai amintim, de asemenea, că pe solurile aluviale din Lunca Dunării sau a altor râuri în culturile de soia, porumb, floarea-soarelui şi grâu apare şi o buruiană anuală semilemnoasă cunoscută ca *Abutilon theophrasti*, care atinge înălțimi de 1 - 2 m, şi poate reduce producția cu până la 50%, indiferent de cultură. În China e cultivată ca plantă medicinală, textilă şi uleioasă, şi nu este considerată buruiană (figura 480). În Europa poate fi considerată ca buruiană invazivă. Din cauza modificărilor climatice, atât *Sorghum halepense* cât şi *Abutilon theophrasti* au părăsit sudul țării, imigrând pe solurile din nord unde provoacă pagube la fel de importante.

Figura 479. **Dacă alături de grâu apare şi îmburuienarea târzie cu dicotile anuale cu mare forţă de concurenţă, precum speciile de *Matricaria*, se produce o adevărată invazie de buruieni care devansează o concurenţă a culturii care nu mai există şi produce pagube care merg până la înjumătăţirea producţiei cu afectarea gravă a cantităţii şi a consumului de energie la recoltat. Fenomenul este distrugător economic.**

Figura 480. **Prin dimensiunile ei importante *Abutilon theophrasti* concurează perfect culturile mici (soia), dar şi pe cele mari, chiar de la 1 plantă/m^2 pagubele ajungând la 20-30% din nivelul recoltei (observaţii personale). La 1,7 plante/m^2 se consideră o invazie, care, mai ales din culturile de sfeclă necesită mulţi ani de monitorizare şi control, în acest caz lipsind erbicidele specifice.**

13.6.2. Calculul pragului de dăunare

Principiul care a necesitat introducerea acestei noţiuni nu este deloc nou. Încă din 1934, Pierce îşi punea următoarea întrebare: *„Putem considera orice atac pe care îl face o insectă culturii ca o veritabilă pierdere? Este oare fiecare atac calculat o pagubă importantă? Care este punctul de la care este necesar controlul şi protecţia culturii?”* Fireşte că aceasta ar putea fi considerată ca primă definiţie a pragului de dăunare, la referinţa strict tehnică.

În 1970 Diercks şi Heye au lărgit noţiunea incluzând şi costurile tratamentelor, precizând că măsurile de control (combatere) au un rost numai dacă acestea sunt mai mici sau cel puţin egale cu pagubele produse sau invers. Din această precizare rezultă următoarea ecuaţie sau eventual inecuaţie:

$$\mathbf{C = [P\ .]\ A_s}$$

în care:

C = costurile tratamentului

As = producția așteptată, dorită

P = performanța

Reprezentarea grafică a acestei ecuații este reprezentată în figura 481.

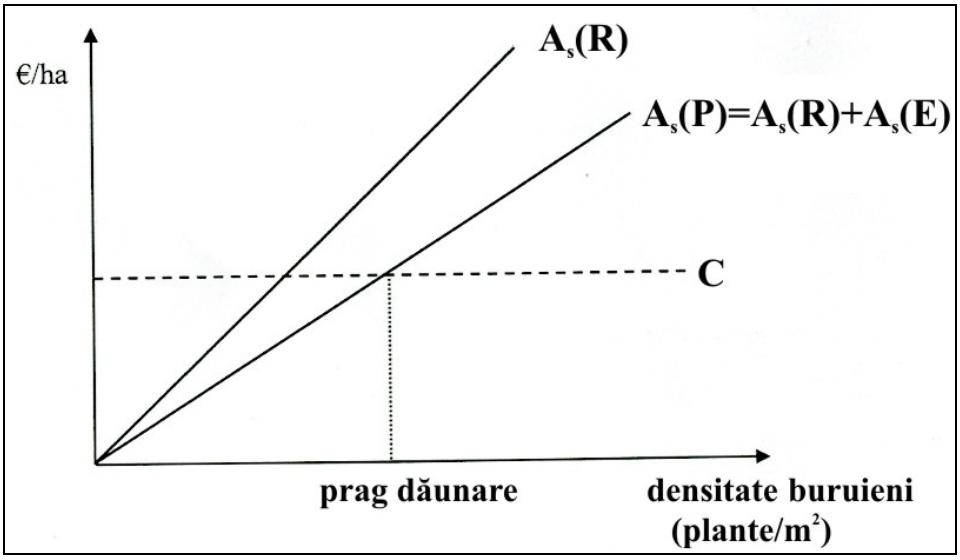


Figura 481. **Prezentarea statică a pragului de dăunare**

As (R) = Reducerea producției așteptate

As (P) = Performanța producției așteptate

As (E) = Performanța în condițiile aplicării măsurilor de protecția plantelor

C = costuri

Revenind asupra interpretării definițiilor, este important de reținut că avem **două praguri de dăunare:**

1) Unul **tehnic** în care atacul buruienilor, bolilor sau dăunătorilor începe să conducă la scăderea producțiilor.

2) Unul **biologic** în care concurența, adăugată costului tratamentului este necesar să le acopere pe amândouă. De regulă, pragul de dăunare biologic cuprinde mai mulți dăunători sau buruieni decât cel tehnic.

Pragul tehnic mai este denumit şi pragul biologic şi el se ia în seamă numai atunci când se suprapun lucruri rar întâlnite.

Acțiunea asupra producției a dăunătorului evaluată prin pagubele pe care le provoacă în câmp recoltei (figura 482). Calculele efectuate de Gerhards R. (2010) de la Universitatea din Hohenheim, catedra de Herbologie, demonstrează

pornind de la un preț al tratamentului erbicid de 25 euro/ha şi un preț al porumbului boabe de 250 euro/t că, în cazul unei gramineae periculoase, la 15 buruieni/m^2 s-a produs o pagubă de 100 euro/ha. În acest caz calcularea pragului biologic de dăunare arată ca în figura 482, din care rezultă că la o densitate de 15 buruieni/m^2 se realizează un minus de recoltă de 100 euro, acelaşi care poate fi recuperat cu un tratament erbicid la porumb.

Dacă însă se ține cont de acoperirea pierderii generată de concurența buruienilor, aceasta este la fel de mare ca şi suma costurilor de combatere (25 euro/ha) şi efectul monetar al aplicării erbicidului (figura 483). Acesta este pragul economic de dăunare şi este de 18 gramineae/m^2.

Dacă gândim acum realist avem trei praguri:

– **Pragul tehnic** – producția începe să scadă ca nivel, dar scăderea nu acoperă costurile unui eventual tratament.

– **Pragul biologic** – pierderea de producție prin concurență, poate fi acoperită de erbicid.

– **Pragul economic** – pierderea de producție prin concurență poate fi acoperită de costul monetar al erbicidului plus costurile de tratament şi cele complementare lui.

Aplicările erbicidelor încep deci la acest prag, care în cazul nostru este de 18 buruieni/m^2.

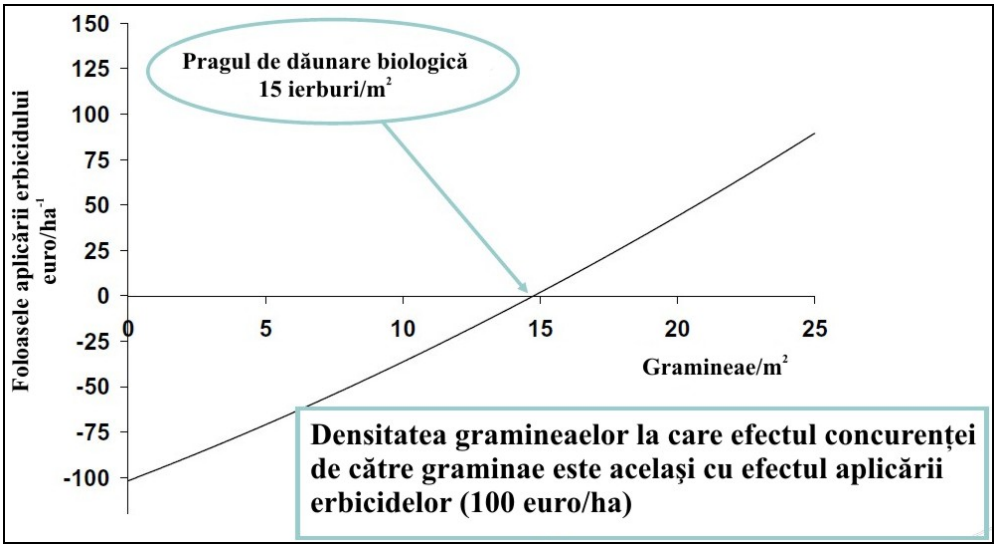


Figura 482. **Pragul de dăunare biologică la porumb în condiţiile concurenţei cu gramineae, cu luarea în consideraţie a acţiunii asupra producţiei a gramineelor şi erbicidelor la cultura porumbului** (**Sursa:** Gerhards R., 2010)

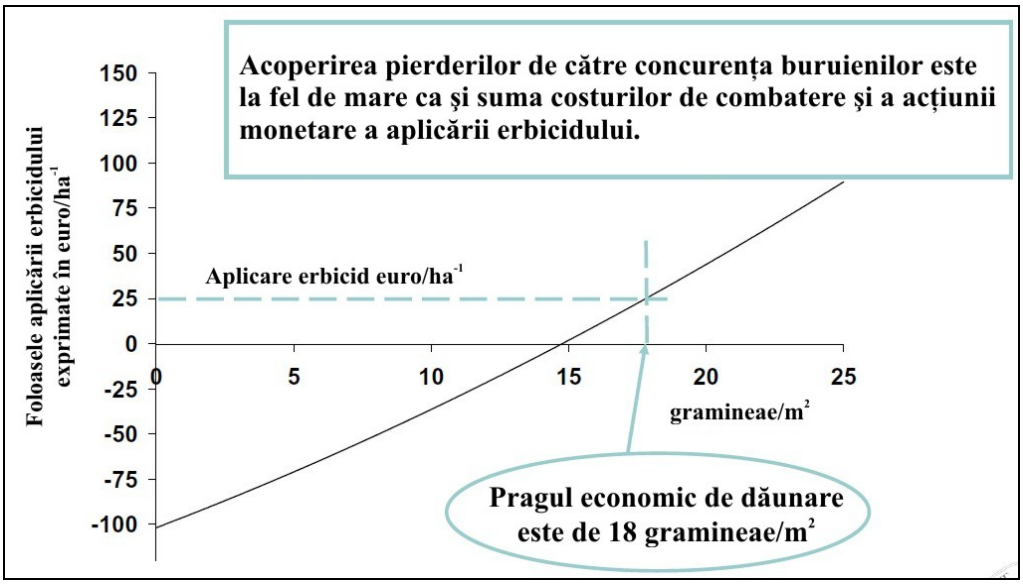


Figura 483. **Pragul de dăunare economică, calculat cu luarea în considerare a acţiunii asupra producţiei de porumb a gramineaelor şi tratamentului erbicid**
(**Sursa:** Gerhards R., 2010)

Dacă s-ar fi luat în considerare combaterea buruienilor la pragul tehnic, atunci când concurența ar fi produs primele pierderi vizibile, atunci costurile cu aplicarea erbicidelor nu numai că nu s-ar fi justificat dar s-ar fi obținut un minus economic de 77 euro/ha, neacceptat economic de fermieri şi nici ecologic, ținând cont că acest prag ar fi fost numai 4 buruieni/m^2 (figura 484).

Consecința acestui mod de gândire ne va conduce la ideea consacrată deja că pentru controlul buruienilor, nu este necesar să tratăm întreaga suprafață. Se va expune într-un capitol ulterior necesitatea de a se efectua tratamente numai acolo unde densitatea este superioară PDE (pragului de dăunare economică) şi nu peste tot. Sistemul va conduce la reducerea presiunii poluante a erbicidelor, la economii de substanțe (economie de bani) şi la conservarea biodiversității fenotipice şi genetice.

Estimarea costurilor de producție pentru controlul buruienilor se complică destul de mult atunci când se pune problema unor tratamente succesive de control al buruienilor, datorită unor condiții climatice speciale, care favorizează buruienile sau a îmburuienării târzii, după cum s-a văzut anterior la grâu. Numărul cercetătorilor care se încumetă să elaboreze formule foarte lungi şi complicate şi greu de acceptat de agricultori şi chiar de consultanță este foarte mare.

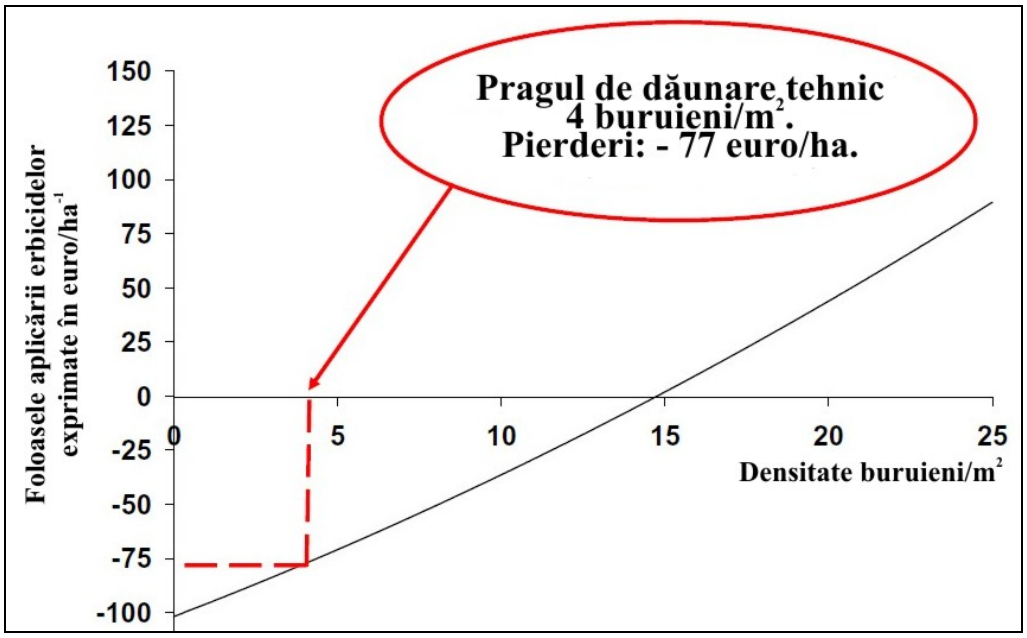


Figura 484. **Pragul de dăunare calculat numai în funcţie de efectul buruienilor asupra producţiei (tehnic).** Până de curând tratamentele s-au efectuat la acest prag. O greşeală economică şi ecologică.

Suntem tentați să aşezăm pe hârtie câteva asemenea ecuații, dar nu o vom face, pentru că ele sunt inutile agricultorilor, iar puținii cercetători curioşi pot să apeleze la literatura citată.

Ideea care călăuzeşte această carte este aceea de a găsi formule tehnologice pentru intensificarea producției, folosind cât mai puține inputuri toxice de sinteză. Îmburuienarea poate fi menținută în cadrul pragului de nedăunare economică folosind în afara erbicidelor o serie întreagă de alte mijloace, pe care le vom prezenta în continuare, care nu vor elimina erbicidele, dar le vom menține cât de jos posibil şi numai dacă este nevoie. Ceea ce denumim noi, modern, managementul buruienilor, implică o gândire profundă rezultată dintr-o cercetare integrată în care niciun moment nu se pierd din vedere modelele stocastice de autoreglare a populațiilor în ecosistem, foarte puțin cunoscute în agroecosisteme. România este o țară specifică din punct de vedere al îmburuienării. Calculele noastre arată că la nivelul anului 2010, pe cele 14 milioane hectare suprafețe destinate oficial agriculturii, cantitatea de biomasă oferită de buruieni este de circa 1,21 ori mai mare decât biomasa utilă, aceea din care se obține hrana, şi acum şi energia, adică:

$$Biomasa\ utilă = \frac{Biomasă\ buruieni}{1,21}$$

Aceste date sunt confirmate de reprezentanți ai Ministerului Agriculturii şi ai Parlamentului în modul cel mai hilar cu putință.

Analizând datele lui Gerhard (2010) şi prezentate în tabelul 135, rezultă că cele mai mari stresuri şi relativ pagube rămân în zona buruienilor. Am ales aceste date din spațiul german, ele lipsind într-o formă sintetizată în România.

Tabelul 135

Pierderea de producție în medie % în Germania pentru câteva culturi importante, pe zona distresului biologic în condiții în care nu s-au efectuat tratamente (Gerhard, 2010)

Nr. crt.	Cultura	Fără combatere buruieni		Fără combatere dăunători		Fără combatere boli		Fără nicio combatere	
		medie	interval	medie	interval	medie	interval	medie	interval
1.	Cereale de toamnă	50	30 - 70	10	0 - 50	15	5 - 30	57	31 - 83
2.	Cereale de primăvară	20	10 - 30	10	0 - 20	15	5 - 30	-	-
3.	Porumb siloz	55	25 - 90	-	-	-	-	55	25- 90
4.	Porumb boabe	60	30 - 90	5	0 - 10	-	-	60	30 - 90
5.	Rapiță de toamnă	35	20 - 50	50	10 - 70	12	0 - 50	57	42 - 73
6.	In ulei	20	10 - 30	15	0 - 30	0	0 - 5	-	-
7.	Sfeclă de zahăr	75	50 - 90	12	5 - 20	5	0 - 10	76	51 - 90
8.	Cartof	25	10 - 50	15	5 - 20	40	10 - 100	-	-
9.	Lupin	50	30 - 70	10	0 - 20	50	10 - 100	80	40 - 100
10.	Mazăre	75	50 - 100	12	5 - 20	12	0 - 20	77	51 - 100
11.	Lupin	30	20 - 40	10	0 - 20	10	0 - 20	-	-
12.	Floarea-soarelui	40	20 - 60	10	5 - 20	20	10 - 30	50	25 - 70
13.	Medie	44,5	-	14,4	-	19,8	-	64	

Buruienile provoacă cele mai mari pagube în spațiul german, iar la unele culturi, precum sfecla de zahăr şi mazărea, pierderea medie de recoltă fără tratamente este de 75% (3/4). Peste jumătate din recoltă este pierdută la porumb siloz şi porumb boabe.

Este cunoscut deja că nu toate buruienile au o concurență egală şi că această concurență totală a populației nu este deloc suma concurențelor individuale, aşa cum s-a mai spus.

$$PT = \sum_{i=0}^{n} CBl + CB2 + CBn$$

în care:

PT = pierderi totale

B1 ... Bn = buruieni de la 1 la n

C = concurență în kg/ha biomasă

$$PTR = \sum_{1}^{N} [C(Bl + B2 + B3) - Bn]$$

PTR = pierderea totală reală

PT ≠ PTR sau PT > PTR mai ales la densități mari unde concurența specifică este diminuată cu cea interspecifică dintre buruieni. Există buruieni foarte periculoase, cum ar fi la grâu *Galium aparine*.

Cercetătorii germani au demonstrat acest lucru în casa de vegetație afirmând de exemplu că forța de concurență a speciei *Galium aparine* este mai mare (mult mai mare) decât a lui *Alopecurus myosuroides,* iar a acesteia mai mare decât a lui *Matricaria perforata.* Deci:

Galium aparine > Alopecurus myosuroides > Matricaria perforata

Vezi şi figura 485.

Dacă însă adunăm sumele individuale ale pierderilor în punctul de pierderi maxime economice. Atunci găsim:

Galium aparine = 15
Alopecurus myosuroides = 4
Matricaria perforata = 3
Total : 22 q/ha

Galium aparine
+
Alopecurus myosuroides
+
Matricaria perforata

pierderi = 18 q/ha

22 - 18 = 4 q/ha câştigate datorită concurenței dintre cele trei specii de buruieni

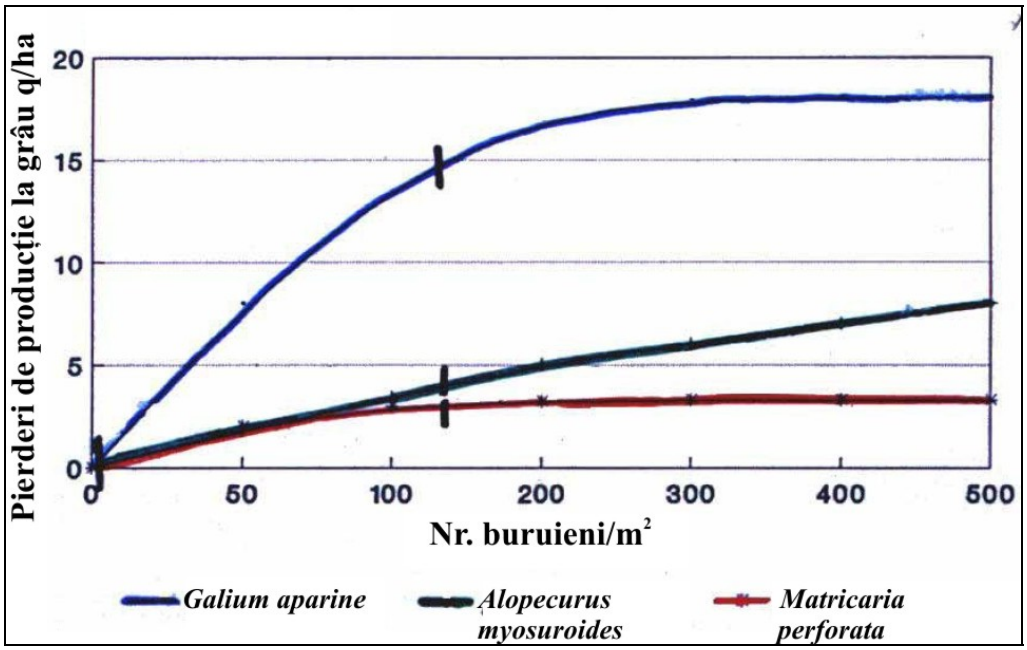


Figura 485. **Pierderea de producţie în funcţie de specia de buruieni şi densitatea lor**

13.6.3. Când se manifestă şi se calculează pragul de dăunare economică

Timpul este factorul care determină momentul calculului. Pragul de dăunare este legat de fenomenul de concurenţă. Pragul de nedăunare este necesar a fi calculat în momentul dinaintea iniţierii combaterii cu mijloace chimice. În cazul porumbului, dar şi al grâului, momentul în care buruienile cauzează daune semnificative este între faza de 2-4 frunze până la 6-10 frunze la porumb, adică de la înălţimea de 10 cm a plantelor până în faza de 30-40 cm a plantelor (vezi şi figura 486).

Fireşte că aşa cum se va vedea, controlul chimic este condiţionat şi de produse a căror toleranţă faţă de culturi e necesar a fi luată în considerare.

Pentru cultura grâului faza de început a concurenţei este la 2 frunze în primăvară până în faza de 5 frunze (figura 487).

Perioada de determinare a pragului de dăunare la grâu rămâne valabilă ca în figura 432 dacă îmburuienarea de toamnă a fost combătută sau distrusă în iarnă.

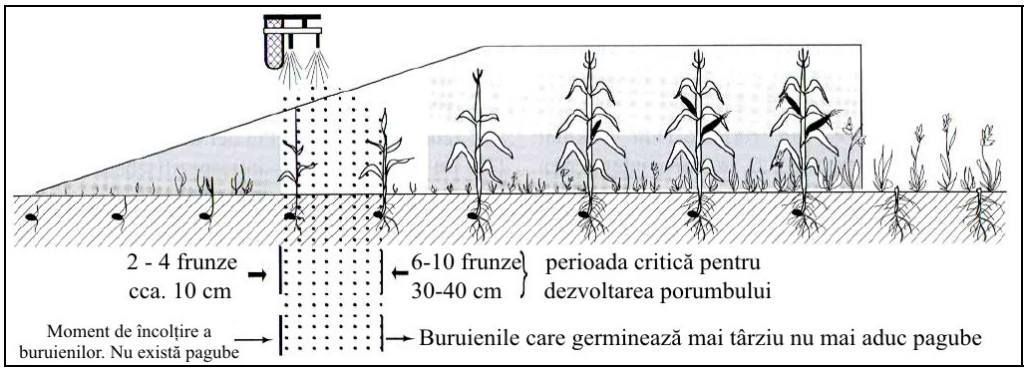


Figura 486. **Folosirea pragului de dăunare pentru estimarea combaterii buruienilor** (**Sursa:** Ammon şi Niggli, 1990, citaţi de Gerhard R., 2010)

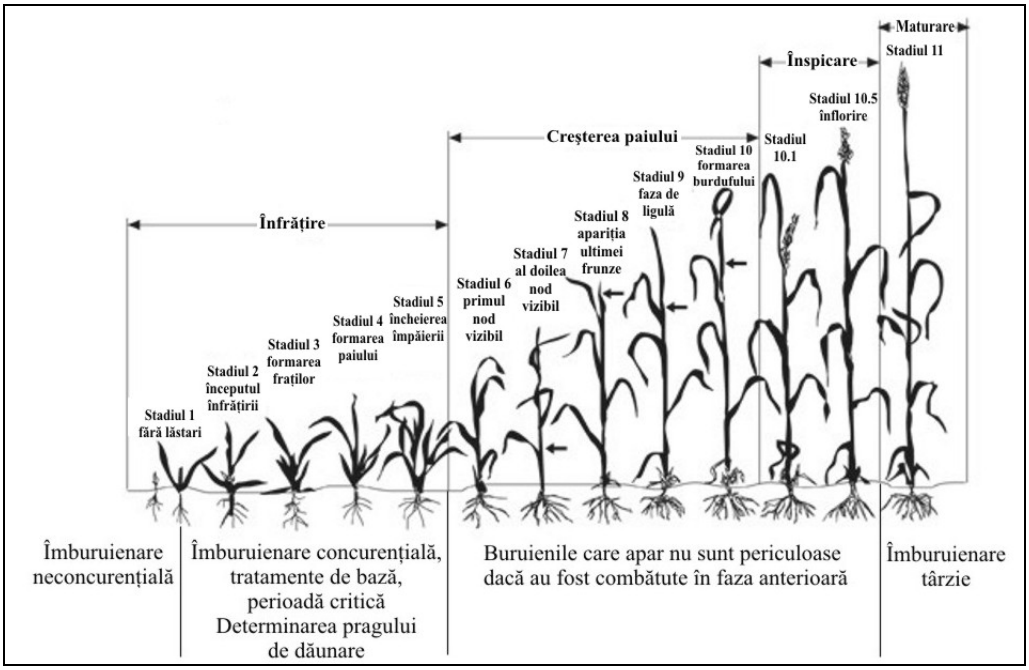


Figura 487. **Pragul de dăunare economică la grâu se situează între fazele de 2 şi 5 frunze, momentul de înfrăţire al culturii de primăvară**

Managementul monitoringului controlului buruienilor cât şi al raportului între control ecologic reprezentat aici prin biodiversitate şi efectele secundare începe o dată cu stabilirea pragului general de dăunare economică şi cu alcătuirea populațiilor de buruieni care concurează fiecare cultură în parte

din ferma sau teritoriul ce se cere studiat şi protejat. Aceasta este una din condițiile solicitate inclusiv de Uniunea Europeană pentru reintensificarea pe baze naturale a agriculturii ce ține de conceptul „reînverziarea agriculturii”. O buruiană nouă venită într-un agroecosistem nu va fi combătută decât atunci când ajunge la densitatea numerică care defineşte pragul de nedăunare economică. La acest tip de buruieni o atenție deosebită se acodă biodiversității genetice dar şi fenologice.

În ceea ce priveşte buruienile invazive, abundența lor în spații apropiate ne obligă la o prudență mare, căci pragul de nedăunare economică se poate instala pe nesimțite iar controlul lor devine cel mai adesea foarte anevoios.

13.6.4. Alelopatia – un viitor pentru controlul buruienilor

Alelopatia poate fi considerată a face parte din marele domeniu al chimiei ecologice. Ea se ocupă cu activitatea schimburilor de substanțe eliberate în sol sau în mediul aerian de diferite plante şi care interacționează cu alte plante (alelochimicale). Unele plante se denumesc donatoare, iar altele primitoare sau acceptoare.

Alelochimicalele sunt deci produse de plante sub formă de emisii de gaze (uleiuri aromatice) sub formă fluidă (lichidă) – extrudate ale rădăcinilor (figura 488).

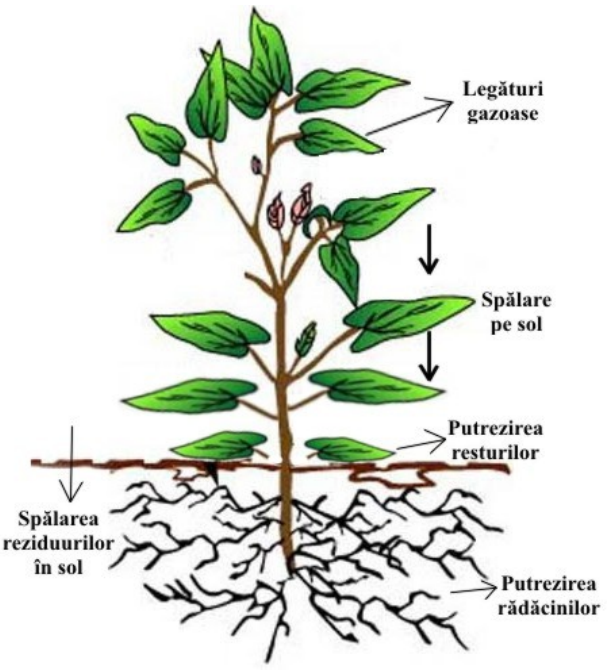
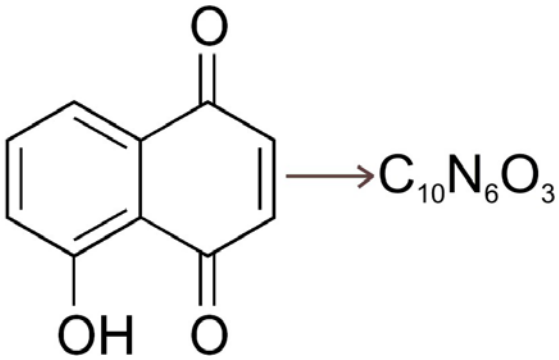


Figura 488. **Surse pentru activitatea alelopatică a legăturilor metabolice secundare elaborate de plantele superioare. Produse alelopatice pot fi produse în sol şi de unele microorganisme**



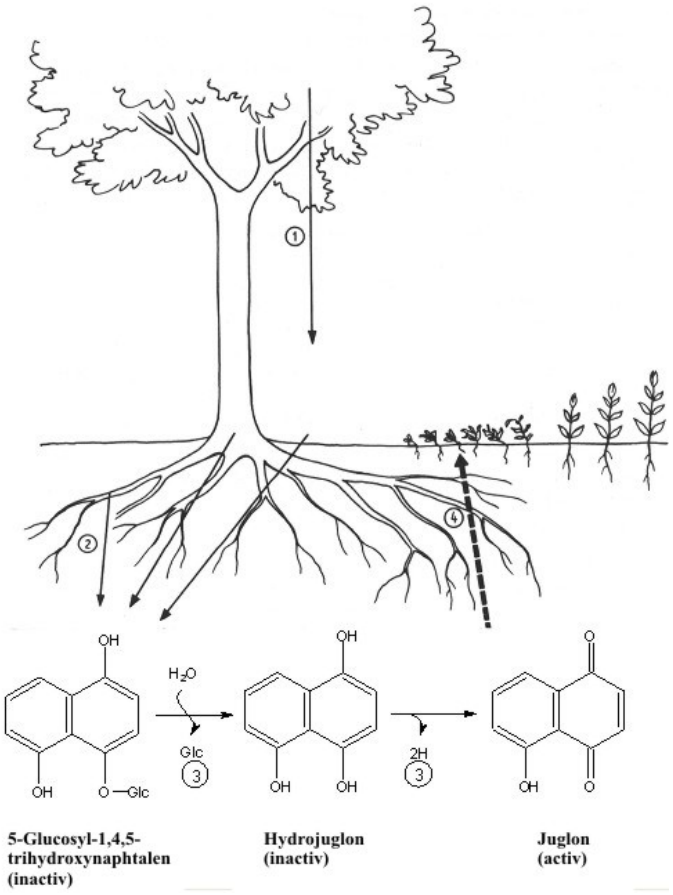
Denumirea chimică – 1,4 – Naphthoquinone – 5 – hidroxi – (8 ci) 1,4 – Napthalenedione: 5 – hidroxinaphthoquinone; mai este cunoscut ca regianin sau extract de nuc. Greutate moleculară 174,16.

Figura 489. **Formula şi structura chimică a substanţei alelopatice Juglone** (**Sursa:** Prelucrat după Wikipedia engleză plus alte surse)

Un exemplul clasic de substanță alelopatică este Juglone (figura 489) produs de nucul de pădure (*Juglans nigra* – figura 490).

Figura 490. **Nucul negru de pădure, *Juglans nigra*, elimină prin frunze o substanţă aromatică Juglone (figura 434) care, antrenată de apa de ploaie în sol inhibă germinaţia seminţelor după o prealabilă transformare de către bacterii având un puternic efect de erbicid.** În mod greşit locuitorii mai în vârstă ai satului spun că la umbra nucului nu creşte nimic. Cauza vă este acum cunoscută.

Juglonul format de către frunzele de nuc poate fi transportat de picăturile de ploaie în sol. La început produsul se prezintă într-o formă inactivă. Însă sub influența unor microorganisme din sol, cu participarea enzimatică a acestora, Juglonul este activat. În concentrații foarte mici el influențează germinația altor plante, inclusiv a plantelor de cultură (vezi şi figura 491). Pentru unele plante însă, efectul negativ nu este prezent ci dimpotrivă metabolitul secundar s-a dovedit a fi stimulant.



Formarea Juglonului la *Juglans nigra*.

1. Spălarea glucosilului de pe frunze pe sol.
2. Eliberarea aceluiaşi produs şi de către rădăcini.
3. Transformarea microbiologică prin hidroliză şi oxidare.
4. Efectul alelopatic - plantele mor.

Figura 491. **Formarea juglonului din glucosili existenţi pe frunzele de nuc şi efectele puternic alelochimice după transformarea lor microbiană** (**Sursa:** www.proplanta.de)

În zona concurenței produsele alelopatice emise de buruieni pot inhiba şi mări forța concurențială a buruienilor, iar acest aspect nu trebuie deloc neglijat (figura 492). Pe de altă parte, există buruieni care prin schimbul de substanțe pot mări capacitatea plantelor de a fi mai tolerante, atât la stresul cauzat de buruieni cât şi alte stresuri biotice şi abiotice. Există cazuri în care inhibarea creşterii plantelor generată de substanțe alelopatice se cumulează cu concurența ducând la efecte dure asupra culturilor, dar şi asupra altor buruieni (vezi schema din figura 493).

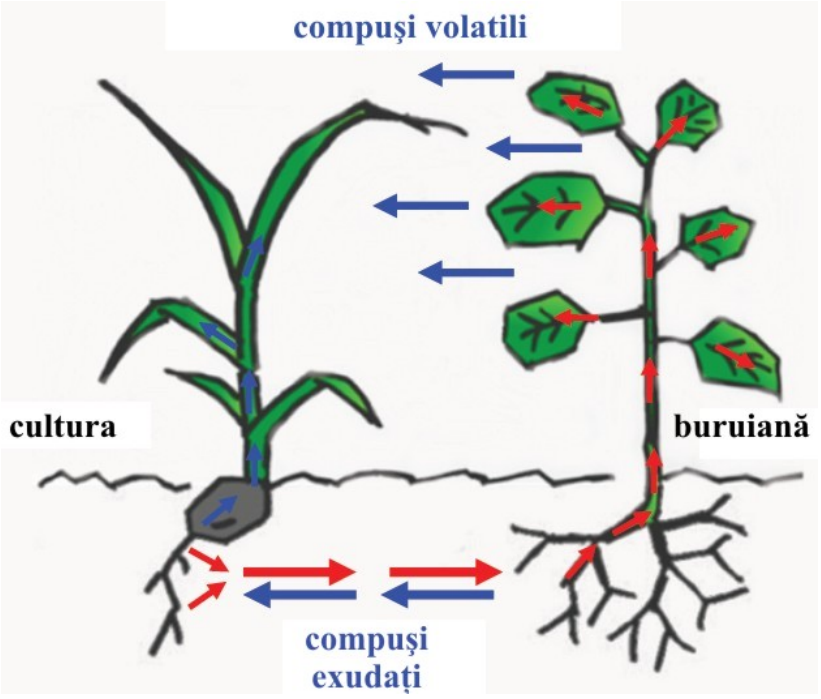


Figura 492. **Alelopatie** (după Belz şi Hurle - 2004, citaţi de Gerhard, 2010)

Este evident că buruiana atacă în două moduri:
1) Prin concurență pentru factorii abiotici.
2) Prin intoxicarea culturii cu substanțe alelopatice volatile sau prin sol.

13.6.4.1. Produsele alelopatice şi şansele lor

Fenomenul alelopatic a atras numeroase cercetări, interesând numeroşi cercetători. Sintetizând foarte numeroasele definiții, noi putem considera alelopatia ca acea conexiune chimico-ecologică ce se realizează între diferitele plante sau alte organisme ce se întâlnesc în ecosistem sau agroecosistem şi care

servesc fenomenului de concurență, unuia sau altuia dintre ei. În zona noastră, a agroeconomiei, cercetătorii caută asemenea organisme şi substanțe care să sprijine competiția culturilor în lupta lor cu buruienile cât mai aproape de pragul de nedăunare economică. Detalii asupra numeroaselor definiții şi interpretări pot fi găsite în cartea noastră *Managementul integrat al buruienilor*, Editura Ceres, 2004.

Esența cercetărilor alelochimicalelor pentru agricultura viitorului constă în a realiza fie produse, fie plante donatoare, care să conducă la inhibarea partenerilor de agroecosistem, fără a produce modificări reziduale periculoase în biochimismul culturilor, în scopul deplin acceptat al menținerii siguranței alimentare pe lanțul trofic.

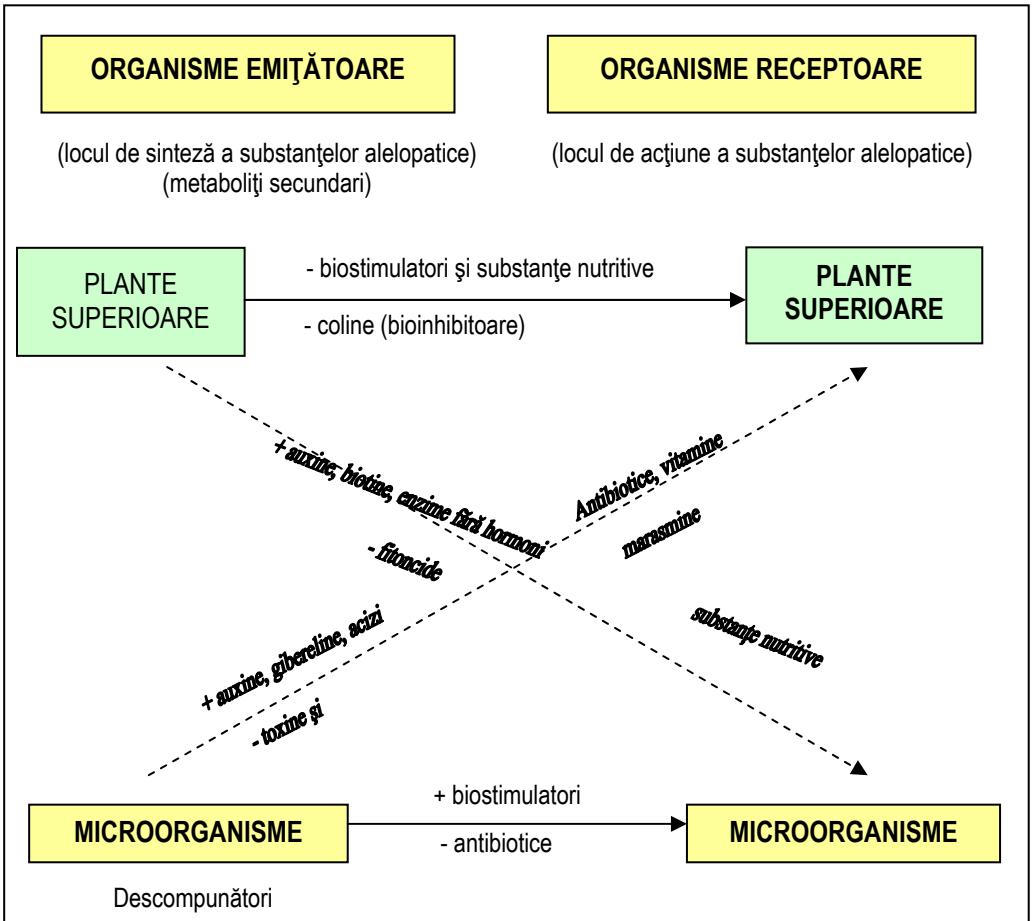
Conform ultimelor cercetări de biologie moleculară, aproape toate plantele şi numeroase microorganisme se înscriu în sisteme alelopatice specifice, pentru că ele comunică între ele prin „sisteme chimice" foarte diverse. Numai unele emanații pot fi utile, aşa cum deja am prezentat cazul Juglonului, care a fost procesat de către laboratoarele de cercetare, devenind deja un erbicid inhibitor al germinației.

Alelopatia poate deci să fie considerată „un fenomen general prezent în toate biocenozele" (Neamțu, 1993) sau chiar o „însuşire caracteristică vieții" (Andrei, 1965) (citați de Berca M., în 2004).

Am afirmat deja că produsele alelopatice sunt metaboliți secundari. Or, aceştia nu lipsesc din niciun microorganism. S-ar putea trage concluzia că aşa stând lucrurile, fenomenele alelopatice ar putea să nu fie coordonate genetic. Se pierde însă din vedere că, inclusiv materialul genetic din afara nucleului, prezent în cantități mari în citoplasmă „exprimă formarea şi manifestarea metaboliliților secundari".

O parte a acestor forme de exprimare este reprezentată şi de alelopatie (vezi şi figura 493). Emanațiile plantelor superioare, dar şi a unor ciuperci sau bacterii pot fi de natură biostimulatoare şi nutritivă, sau, dimpotrivă, bioinhibitoare.

Din întregul sistem alelopatic ne interesează în mod deosebit acelea dintre ele care conduc la menținerea populației de buruieni în limitele de dăunare neeconomică. Informațiile pe care le deținem ne fac să afirmăm că numeroase cariophilaceae, papilonaceae, brasicaceae au într-adevăr efecte alelopatice prin eliminarea în sol a unor substanțe biochimice complexe, care inhibă dezvoltarea altor buruieni mai concurente şi mai periculoase. Deşi rezultatele sunt notabile, efectul alelopatic al metaboliților secundari este însă departe, dar nu foarte departe de realizarea unor produse sau sisteme care să conducă la aplicări eficiente.



Notă: Sunt două grupe mari de producători primari, majoritatea plante superioare şi destructori, diverse microorganisme din secţiunea fitocenotică a unui ecosistem. Cu semnul + sunt notate intercţiunile pozitive (biostimulatoare), iar cu semnul – cele negative (bioinhibitoare). Schema este construită pe baza datelor lui Grummer (1955), completate de Ceailakhyan. (Citat de Berca M., 2004)

Figura 493. **Schema simplificată a interacţiunilor alelopatice**

Cunoscând faptul că alelopatia intervine practic în selectarea speciilor într-o fitocenoză, cercetarea se orientează acum pe aspectul extrem de pragmatic al selecţiei culturilor specifice în prezenţa alelochimicalelor. Or, se pare că acesta este punctul prin care ne apropiem de erbicidele convenţionale. Dintre speciile de buruieni cu acţiune alelopatică semnalăm pe cele din tabelul 136 după Berca M., 2004, completat.

Tabelul 136

Specii de buruieni cu activitate alelopatică

Specii de buruieni	Specii de plante asupra cărora acţionează
• *Poa sp*	▪ tomate
• *Cirsium arvense*	▪ diverse
• *Stellaria media*	▪ orz
• *Chenopodium album*	▪ ovăz, porumb
• *Portulaca oleracea*	▪ mazăre, grâu
• *Rumex sp.*	▪ porumb, sorg, Amaranthus sp.
• *Stellaria faberi*	▪ porumb
• *Ambrosia trifida*	▪ grâu, fasole
• *Galium multiflorum*	▪ ovăz, Bromus sp., Trifolium sp.
• *Euphorbia esula*	▪ mazăre, grâu
• *Artemisia vulgaris*	▪ castraveţi
• *Cyperus rotundus*	▪ soia, sorg
• *Cyperus esculentus*	▪ porumb
• *Euphorbia supina*	▪ diferite
• *Holcus lanatus*	▪ orz
• *Avena fatua*	▪ diferite
• *Heracleum mantegazzianum*	▪ diferite
• *Agreatum conyzoides*	▪ diverse, acţiune totală
• *Canabis sativa*	▪ stimulator grâu, soluţie apoasă 150%
• *Coronopus didymus*	▪ inhibitor gramineae, inclusiv grâu
• *Galium aparine*	▪ diverse
• *Melilotus officinalis*	▪ stimulator grâu dar numai soluţie apoasă 150%
• *Oxalis corniculata*	▪ stimulator grâu 40% rădăcini
• *Parthenium hysterophorus*	▪ inhibitor gramineae şi leguminoase
• *Rumex dentatus*	▪ inhibitor gramineae şi leguminoase
• *Sisymbrium irio*	▪ inhibitor gramineae
• *Sonchus asper*	▪ diverse

Unele buruieni prin extractul lor au efecte extrem de violente asupra grâului şi este de aşteptat ca prezenţa lui *Oxalis corniculata* în cultura grâului să lase de jur împrejurul lui o mare suprafaţă inhibată, fără plante. Acelaşi lucru se poate întâmpla şi mazărei. Dimpotrivă, în cultura cartofului, sfeclei, extrasul apos de *Oxalis corniculata* îşi aduce un aport important la distrugerea numeroaselor buruieni (vezi figura 494).

Dacă ne gândim la sisteme alelopatice de combatere, constatăm cel mai adesea că acestea sunt formate din diferite forme de îngrăşământ verde sau efectiv din diverse buruieni în cultură, care îşi elimină concurenţa.

Tabelul 137

Combaterea alelopatică a unor specii de buruieni

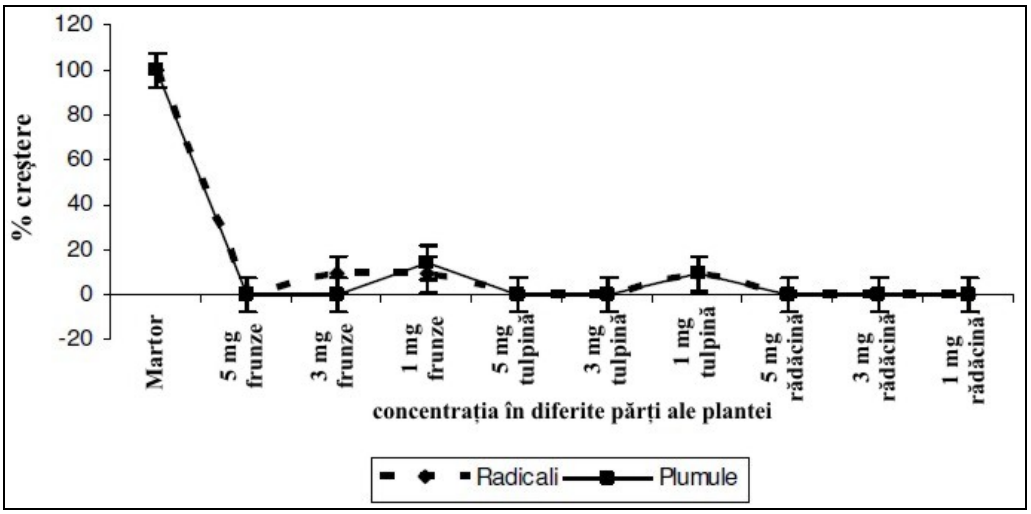
Specia de buruieni	Recomandări practice
Pir târâtor (*Agropyron repens*) şi altele	Îngrăşământ verde de secară
Muştar sălbatic (*Sinapis arvensis*), Ridiche sălbatică (*Raphanus raphanistrum*)	Îngrăşământ verde de secară + rapiţă
Cornuţi (*Xanthium spp*.)	Îngrăşământ verde de secară + ovăz
Volbură (*Convolvulus arvensis*)	Monocultură de sorg, 2 ani
	Monocultură de soia, 2 ani (eficacitate 70%)
Diverse dicotiledonate anuale	Monocultură de orz
Ştir (*Amaranthus retroflexus*), bătrâniş (*Erigeron canadensis*)	
Căpriţă (*Chenopodium album*), meişor (*Digitaria sanguinalis*), iarba viermilor (*Polygonum persicaria*), mohor (*Setaria viridis*), iarba pârloagelor (*Ambrosia artemisifolia*).	Cultivarea de grâu, orz şi sorg pe terenurile puternic îmburuienate.
Mulciu de paie de grâu	Porumbul şi alte plante sensibile la produşi fenolici

Extrasele apoase ale paielor de orz (*Hordeum vulgare*), ovăz (*Avena sativa*), orez (*Oryza sativa*) şi grâu (*Triticum durum*) inhibă puternic dezvoltarea rădăcinilor de lucernă, efectul fiind comparat cu cel al unui erbicid (Chon şi colab, 2004). Fenomenul este generat, în special, de produsele cumarine în concentraţie foarte mică (10^{-3} M), dar foarte probabil şi de acidul hidro-cinnamic şi cafeic prezente în extras.

Alte cercetări, efectuate de Opoku G. şi colab. (1997), demonstrează că paiele de grâu rămase la suprafaţa solului elimină în sol compuşi fenolici care inhibă germinaţia porumbului şi creşterea plantelor cu până la 20%. Compuşii fenolici apar în cantităţi mai mari în sol atunci când paiele sunt menţinute ca mulci (70-80 ppm). Dacă paiele sunt introduse în sol, efectul practic dispare sau este nesemnificativ.

Constatarea devine foarte importantă dacă se reconfirmă în practică, pentru că mulcirea cu paie de grâu devine o practică din ce în ce mai largă.

Triticum durum este o cultură nouă în România, aproape necunoscută până în 2004, dar care acum câştigă teren, pentru că azi consumatorii români au început să aibă pretenţii la calitatea produselor specifice.



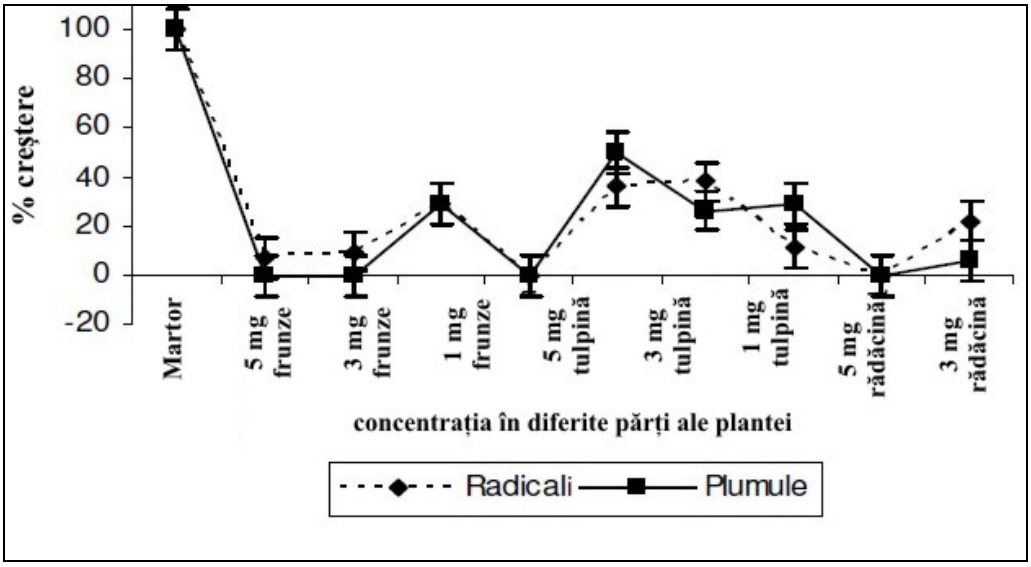


Figura 494. **Efectul extrasului apos de** *Oxalis corniculata* **asupra procentajului de creştere a plantelor tratate (**stânga **grâu,** dreapta **mazăre)** (după Aisha Ulmer şi colaboratorii)

Cumarinele alcătuiesc o clasă mare de alelochimicale distribuite larg în comunitățile de plante naturale dar şi în agroecosisteme, care au un puternic efect de inhibare a germinației. Ele se acumulează pe frunze, pe suprafața semințelor şi peretele polenului. Cumarinele speciale sunt folosite în combaterea rozătoarelor. Ele sunt uşor volatile, se depun şi pe semințele din

magazie şi pot amâna sau inhiba, în funcţie de concentraţie germinaţia seminţelor de durum.

Dacă se combat şoarecii în depozite în care se fac tratamente cu cumarină, pericolul este iminent (Abenavali şi colab., 2006). De aici şi consecinţa practică că seminţele de durum se vor introduce în depozite după combaterea şoarecilor cu cumarine şi nu înainte. Sau sunt necesare alte produse de combatere a acestor periculoase animale. Concentraţia de inhibare totală este de 200 μm cumarină. Dacă cumarinele vor deveni produse eficace pentru combaterea unor buruieni, cu deosebire gramineae, dar şi dicotile (*Daucus carota*) este o problemă pe care cercetarea o va rezolva definitiv numai în următorii 5 - 10 ani.

13.6.4.2. Alelochimicale pe bază de Parthenin

Din buruiana *Parthenium hysterophorus* se sintetizează substanţa Parthenin. Sunt cunoscute efectele alelopatice ale acestei substanţe. Activitatea biologică a alelochimicalelor conţinute în complexul Parthenin este de acum utilizată.

Figura 495. ***Parthenium hysterophorus*** **este considerată plantă invazivă de carantină în SUA din cauza numărului mare de seminţe. Este considerată şi plantă toxică din cauza complexului toxic Parthenin** (**Sursa:** Departamentul American de Cercetări Agricole)

Partheninul are şi o acţiune evidentă, marcantă împotriva diferiţilor dăunători. Sintetizată de buruiana *Parthenium hysterophorus*, substanţa poate fi eliminată prin rădăcini în sol şi poate combate sau inhiba acţiunea unor dăunători importanţi, printre care şi tripsii. Din aceste motive, prezenţa în unele culturi a acestei buruieni este bine venită. Cercetătorii se străduiesc acum să determine locul unde se produce în plantă această substanţă.

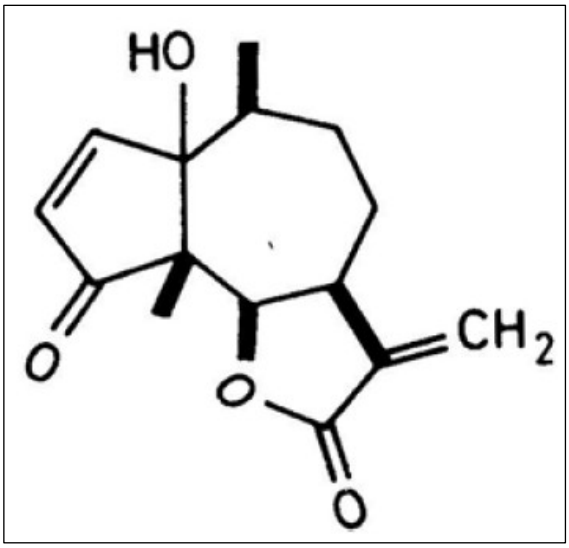
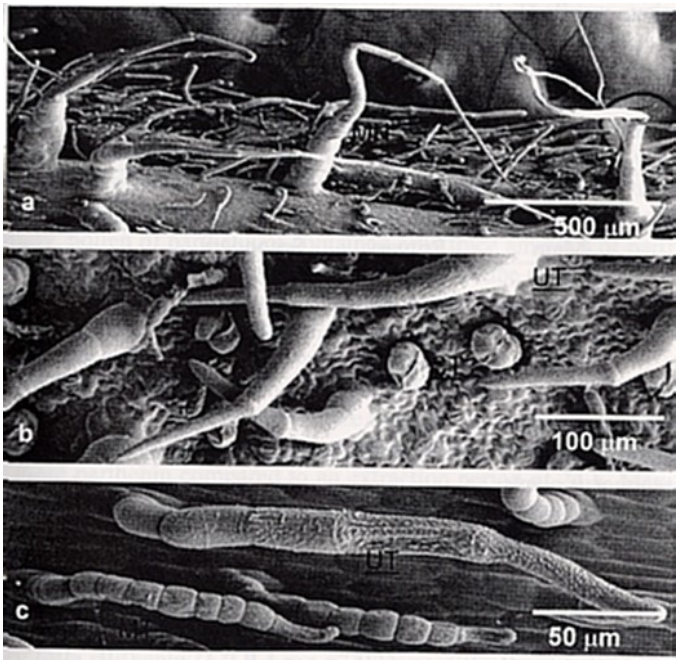


Figura 496. **Structura chimică a Partheninului** (**Sursa:** Narasimhan şi colab., 1984)

Studiile recente arată că cea mai mare parte a alelochimicalului se produce în frunze, unde s-au extras 13,4 mg g^{-1}. Extracţia în apă este de numai 1,3 mg g^{-1}. Producţia Partheninului se realizează în cinci tipuri diferite de trichomi. Trichomul terminal (din vârful de creştere) conţine 24,3 mg . g -1 Parthenin de o puritate de 100% şi, ca urmare, planta ar trebui crescută numai pentru obţinerea acestei substanţe. Studii mai recente arată că trichomii se află cu precădere la baza frunzelor bazale, pe dosul acestora şi pe suprafeţele lăstarilor (figurile 497 şi 498). Forţa alelopatică a acestei buruieni constă în acţiunea energică a Partheninei.

13.6.4.3. Cazul special al artemisininei

Artemisinin este un complex de cel puţin 2 izomeri care aparţin grupei mai mari a monoterpenelor formate din câte 2 unităţi isoprenice ($C_{10}H_{16}$).



a) Suprafaţă a lăstarilor păroasă (MH)

b) Trichomi prevăzuţi cu celule bazale late (UT)

c) Suprafaţă a lăstarilor prevăzută cu trichoimi cu celule de bază înguste (UT) şi trichomi sub formă de perle (MT).

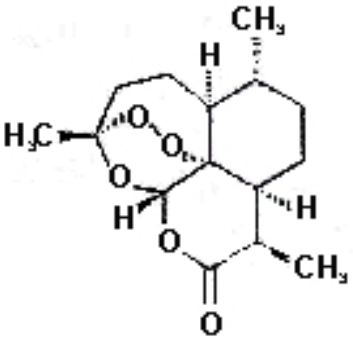
Figura 497. **Fotografie electronică a diferitelor părţi ale frunzei prevăzute cu trichomi care produc Parthenin. Trichomii se află predominant la baza frunzelor** (**Sursa:** Berca M., 2004)

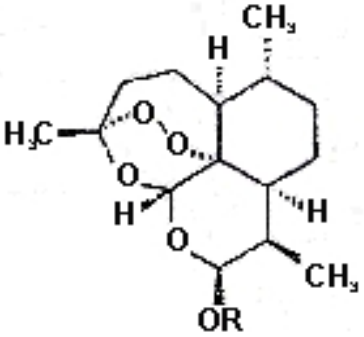
Figura 498. **Trichomi de arthemisia, văzuţi la microscop. Prin ei se elimină alelochimicalul şi medicamentul** arthemisinina (**Sursa:** www.york.ac.uk/org.cnap/artemisiaproject/images/trichome)

Artemisina are forma restrânsă $C_{15}H_{18}O_4$ şi greutatea moleculară = 262,31.

Frate cu Artemisina este *Artemisinina*, cunoscută şi sub denumirile de *Artheannuin, Qinhao Su, Qing Hao Su, Qinghao. Qhs etc.* (figura 499).

Qinghaosu (Arteannuin. Artemisinin. Qinhao Su. Qing Hao Su. Qinghao. Qasi.)





Qinghaosu R = H: **Dihydroqinghaosu. DHOHS**

R – CH_3: **Artemether Paluther ®**

R – C_2H_5: **Arteether**

R – CO – $(CH_3)_3$ – COOH: Artesunate ®

Artemisinina sau Qinghao Su

- *formula structurală, stânga*
- *derivați de înlocuire, dreapta.*

Figura 499. **Artemisinina**

Formula restrânsă este $C_{15}H_{22}O_5$, adică ceva mai mult decât artemisina este solubilă în cloroform şi în eter de petrol şi poate fi extrasă din buruiana *Artemisia annua* (figura 500).

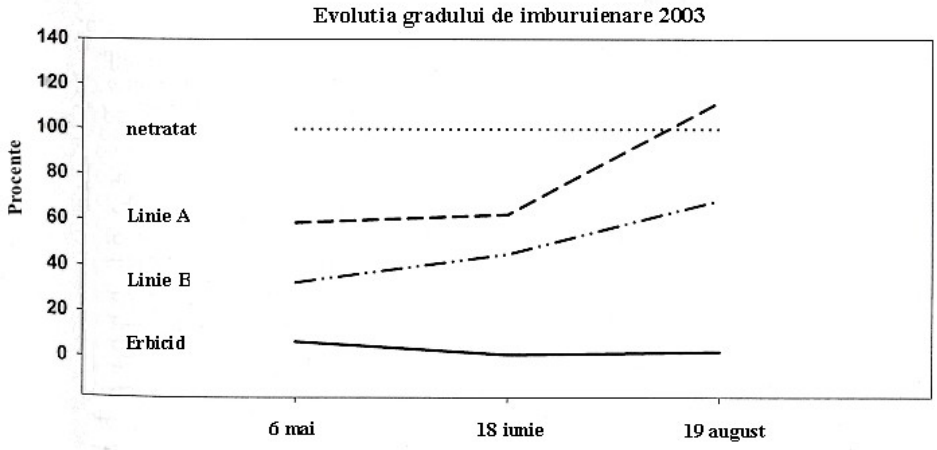
Extractul, denumit pe scurt „Q", a fost folosit în medicina chineză pentru cel puțin 52 indicații terapeutice. Ea a rămas însă celebră ca foarte eficace împotriva malariei, chiar şi în zilele noastre, față de care medicamente cunoscute ca Resochin şi Fandisar, au devenit deja rezistente. La concentrații deja nanomolare „Q" deranjează membrana paraziților intestinali, probabil prin disponibilizarea unui atom de oxigen. S-a dovedit ca atare extrem de eficace *in vitro* împotriva lui *P. falciparum*.

Cercetări recente au arătat că „A", respectiv "Q" şi derivații mai sus prezentați, acționează gametocidic în stadiul diferențierii sexuale al ciclului de dezvoltare al lui *P. falciparum*, atacându-l şi distrugând astfel posibilitatea de a

se transmite. Toxicitatea acută a lui "Q" este foarte mică (LD50 la şoareci > 4000 mg/kg). Cercetătorii agronomi au descoperit însă că artemisinina are şi un puternic efect alelopatic, putând inhiba creşterea buruienilor. Cercetările efectuate în acest câmp de activitate au fost demonstrate de Bohrem C. şi colab. 2004, citați de Berca M., 2004. Pentru a demonstra acest lucru, ei nu au recurs la extragerea **artemisininei** din plante, ci au încorporat plantele uscate în sol în diferite cantități, după care au determinat efectul de inhibare asupra diferitelor buruieni. Rezultatele obținute sunt prezentate în supersinteză în figura 501.

Figura 500. **Specia *Artemisia annua*, o excelentă plantă din care se extrage artemisina, un excelent medicament alelopatic.** Se aplică prin încorporare în sol în stare uscată (**Sursa:** www.agraria.org.coltivazionierbacee/artemisia.jpg)

Cercetătorii consideră că efectul alelopatic de reducere a creşterii buruienilor în varianta "B" este suficient de mare pentru a servi unui sistem de agricultură ecologică chiar dacă se distanțează semnificativ de acțiunea unui erbicid bun. Mai semnalăm faptul că degradarea artemisininei se face în sol în cel mult 70 de zile, neînregistrându-se niciun efect secundar, nici în sol şi nici în plantele de cultură. Plantele de porumb şi cartof nu au fost influențate negativ de artemisinină şi derivații săi.



Linia A - materie organică încorporată cu un conţinut de 0,02 - 0,09% artemisinină.
Linia B - idem dar cu un conţinut de 1,07 - 1,22% artemisinină.

Figura 501. **Eficacitatea alelopatică a artemisininei şi derivaţilor ei în inhibarea dezvoltării buruienilor** (**Sursa:** Berca M., 2004)

13.6.4.4. Heracleum Mantegazzianum

Este poate cea mai viguroasă şi concurențială buruiană din lume. Originară din Asia, ea s-a instalat definitiv în Europa, unde atinge dimensiuni de 2-5-6 m (figura 502).

Figura 502. **Frunze, umbrire şi flori de *Heracleum Mantegazzianum***

La o densitate de 2-3 plante/m^2 acoperă solul în procent de peste 80% nepermițând creşterea niciunei alte specii. Este folosită ca plantă decorativă, dar este foarte periculoasă prin fototoxina pe care o conține şi care poate cauza

grave dermatite oamenilor şi animalelor ce necesită perioade lungi de tratament. Fototoxina ca alelochimical poate provoca daune mari şi plantelor, dar nu atât de mari pe cât sunt cele provocate de concurența ei imensă.

În Germania specia provoacă costuri şi pagube de peste 10 milioane euro pe an şi acestea sunt în expansiune, buruiana fiind extrem de invadatoare şi greu de controlat.

Figura 503. **Forţa concurenţială a speciei *Heracleum Mantegazzianum* în cultura grâului** (**Sursa:** obanis)

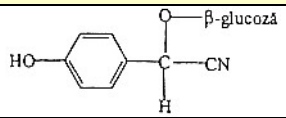
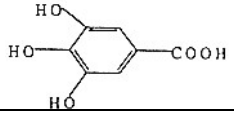
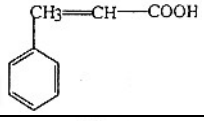
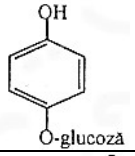
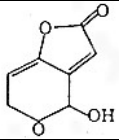
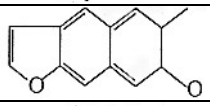
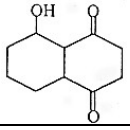
Figura 504. **Grave dermatite provocate de fototoxina speciei *Heracleum Mantegazzianum*.** Dermatita nu apare imediat, ci numai după expunerea la soare a organului ce a primit toxina. Lumina activează toxina provocând răni şi pagube foarte greu de vindecat.

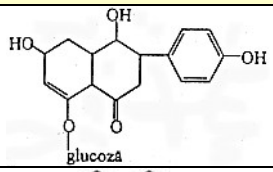
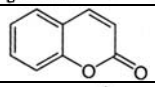
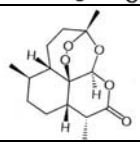
13.6.4.5. Compoziţia chimică a substanţelor alelopatice

Din punct de vedere al compoziției chimice, substanțele alelopatice variază de la simple molecule (ex. amoniacul NH_3) la compuşi organici complecşi (florizinul) până la alcaloizi. Acestea aparţin câtorva grupe chimice ca: acizi organici şi aldehide, alcaloizi, terepentinele sau steroizii, alcoolii, polipeptide, nucleozide, lanţuri lungi de acizi graşi etc. În tabelul 138 prezentăm unele substanțe alelopatice izolate din plante.

Tabelul 138

Substanțele alelopatice izolate din plante

Denumirea chimică	Clasa	Formula chimică structurală	Planta din care a fost izolată
Dhurin (engl.)	**glucosizi**		***Sorghum halepense***
acid galic	**taninuri**		***Euphorbia sp.***
allysothocyanat	**tiocianaţi**	$CH_2=CHCH_2NCS$	***Sinapis arvense***
camfor	**monoterpene**		***Salvia sp.***
acid cianic	**acizi aromatici**		***Parthenium argentatum***
arbutin	**compuşi fenolici**		***Aretosraphylos spp.***
patulin	**lactone simple**		**Ciuperca *penicillium* pe resturi de grâu de toamnă**
psoralină	**Furano-cumarine**		***Psoralea spp***
juglonă	**Quinone**		***Yuglans nigra***

Denumirea chimică	Clasa	Formula chimică structurală	Planta din care a fost izolată
florizină	Flavone		rădăcini de măr rădăcinile leguminoaselor
cumarină	cumarine		*Melilottus officinalis* *Dipterix odorata*
artemisinină	monoterpene		*Artemisia annua*

Cercetătorii de specialitate au constatat că lumea substanţelor alelopatice se îmbogăţeşte cu o mică parte dintr-o grupă enormă de produse cunoscute sub denumirea de TERPENE, terpenoide, isoprene sau isoprenoide. Din această grupă sunt bine cunoscute peste 5000 de substanţe prezente nu numai în plante şi rădăcinile lor, ci în toată întinderea mediului viu, îndeosebi procariote ca şi în numeroase bacterii. Funcţiile lor biologice sunt relativ puţin cunoscute. Terpenele formează combinaţii mai simple (monoterpen cu 10 atomi de carbon în ciclu), diterpene cu 20 de atomi de carbon, triterpene cu 30 de atomi de carbon şi politerpene cu (n x 5) C. Unele dintre ele bănuite a avea efecte alelopatice (în curs de confirmare) sunt monoterpenele printre care amintim alcaloidul genţianic şi alcaloidul valerianic. Din categoria diterpenelor mai răspândite sunt alcaloidul Aconitum şi alcaloidul Erythrophleum, iar în grupa triterpenelor întâlnim alcaloidul Buxus, alcaloidul Solanum şi alcaloidul Veratrum şi altele. O mare parte din terpene conduc uşor la naşterea fitohormonilor care ajută plantele în lupta lor cu buruienile. Unele terpene sunt de o mare importanţă pentru că se află la originea stimulării fotosintezei plantelor, aşa cum sunt carotinoidele, cu excepţia terpenalcalozilor prezentaţi în tabelul 139.

Datele din tabel confirmă că substanţele cu caracter alelopatic se găsesc îndeosebi în grupele 4 şi 6.

Sinteza biochimică (în plante şi animale) pleacă de la 2 molecule de acetil CoA, iar pentru cei interesaţi detaliile se găsesc în lucrarea **Lexicon der Biochemie**, autori Angelika Fallert-Muller şi colab., Spectrum 2000 - Germania.

Fără a intra în detalii, trebuie să amintim că ionii de Ca^{++} (Calciu) sunt cei care stimulează inositolul – 1, 4, 5 trifosfat (IP3) ca o componentă principală a lansării de semnale de avertizare pentru plantele cărora „li se fură apa şi elementele minerale”. Restul de inositol prin intermediul proteinei G

(Gα – GTP) activează şi dezactivează fosforilarea, aşa încât prin acest schimb de substanţe semnalul este transmis atâta vreme cât pericolul există. Aşa cum am mai spus, semnalul partenerului este unul pozitiv sau unul negativ.

Tabelul 139

Distribuţia diferitelor terpene

GRUPA	***Nr. de grupări (n x 5) C***	Reprezentant principal
Hemiterpene	1	isopren activ
Monoterpene	2	camfor, iridoid, citral
Sesquiterpene	3	acid abscizinic, prozulen
Diterpene	4	giberelene, acizi răşinici
Sesterterpene	5	cioliobolin
Triterpene	6	steroizi, sterina, ecdisan
Tetraterpene	8	carotinoidele
Polyterpene	până la 10.000	cauciuc, gută, poliprenoli

Traducerea semnalelor are loc prin fosforilarea proteinelor. Protein-chinasele şi protein-fosfatazele acţionează ca un „schalter" – cuplare – decuplare, ca un fel de computer Chips, care se ocupă de creşterea, diferenţierea, metabolismul şi, atenţie, „sistemul de apărare al plantelor".

În marea familie a proteinchinaselor intră proteinchinasa CaM şi Calmadulin – domeniu asemănător proteinchinasei (CDPK) ca şi aşa-numitul "receptor like" proteinchinase (RLK). Prin diferite schimburi şi comunicări ele crează în plante şi rădăcini substanţe diferite care apără planta de diferiţi dăunători inclusiv unele buruieni sau îi imprimă acesteia anumite funcţii antistres. De exemplu, RLK este responsabilă de inducerea Brassinosteroizilor, despre care s-a mai scris în această carte.

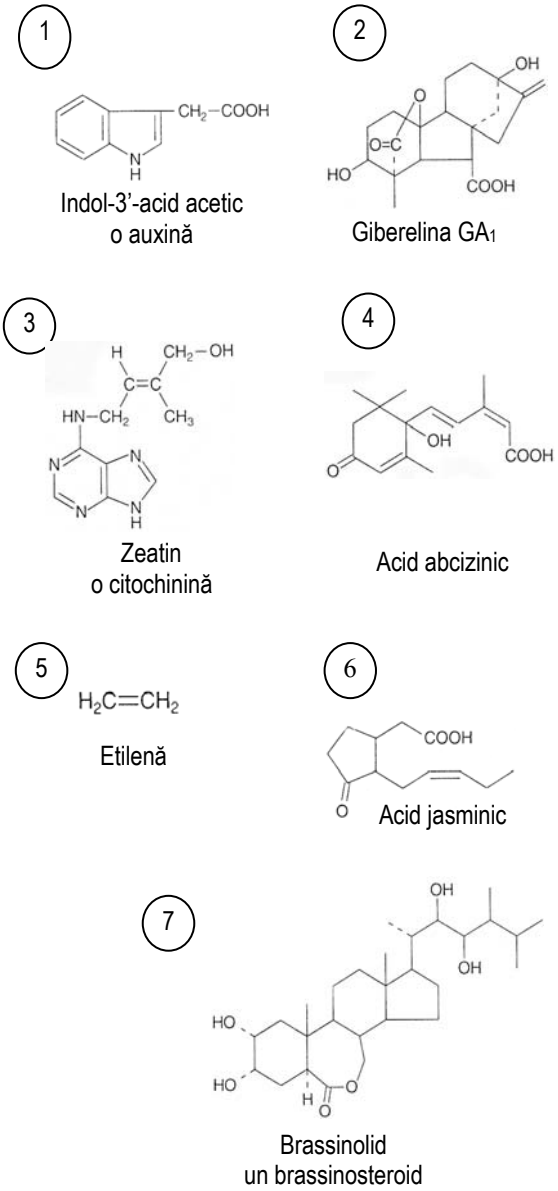
Tot din marea familie a proteinchinaselor face parte MAPK, adică o proteină care inhibă activitatea mitozei, coordonată, fireşte, de o genă (mito-gena) care, de asemenea, a putut fi identificată şi poate fi folosită în biotehnologii. Inducerea în buruieni a acestei proteine ar conduce la blocarea mitosei şi prin aceasta la blocarea înmulţirii celulelor şi la moartea buruienilor.

Unele plante de cultură elimină în sol asemenea proteine ucigaşe, ferindu-le de buruienile din imediata apropiere; din grupa proteinelor ucigaşe fac parte şi aşa-numiţii inhibitori ai proteinazei, substanţe toxice mai ales la animale, dar care şi-au dovedit eficacitatea şi la plante prin inhibarea proceselor respiratorii. Aceste substanţe apără foarte bine plantele şi împotriva insectelor, care, consumând inhibitorul (enzima respectivă) îşi blochează digestia şi mor.

Majoritatea fitohormonilor utilizaţi azi fie în stimularea plantelor de cultură, fie în distrugerea lor sau a buruienilor, apar pe una din căile menţionate mai sus. Faptul că industria chimică le foloseşte astăzi comercial, demonstrează

inteligența acestora în a prelua din natură procedeele biochimice de fabricație. Nu ne îndoim că aceste companii își vor restructura modul de gândire trecând în următorii ani pe „inducerea genetică", pe „folosirea genelor de interes" în obținerea mult mai ieftină a acestor efecte.

Prezentăm mai jos **principalii fitohormoni** şi foarte pe scurt activitatea lor.



1) **Indol 3 – acid acetic** este o auxină care stimulează creşterea lăstarilor prin vârful de creştere. Unele auxine au devenit erbicide prin simple modificări. De exemplu, acidul aceto-fenilic prin inducerea a 2 atomi de clor a fost transformat în cunoscutul erbicid 2,4 D (figura 505).

Apariția Indol-3 acid acetic poate fi obținută din aminoacidul triptofan prin 2 căi de biosinteză care are loc normal în natură.

2) **Giberelina** regularizează creşterea în lungime a lăstarilor şi tulpinilor. Unele derivate, precum 2-cloretil-trimetil-amonium-clorid (cicocel) încetinesc creşterea tulpinilor la cereale şi poate favoriza concurența de către buruieni.

Figura 505. **Principalii fitohormoni cunoscuți** (după Heldt WH, 2000)

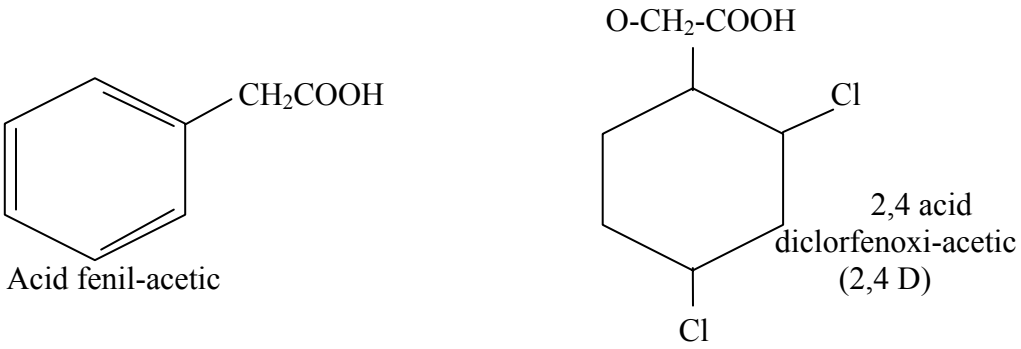


*Figura 506.***Auxinele pot deveni erbicide puternice**

3) **Citochininele sau citochinonele** stimulează diviziunea celulară. Ele sunt derivate ale adeninului, principalul reprezentant fiind zeatinul. De data aceasta, creşterea plantelor este stimulată prin stimularea înmulţirii celulelor. Doze mari prezente în plante pot duce la creştere neregulată şi la distrugerea plantelor. Pe această cale se obţin însă şi plante transgenice.

*Figura 507. A**grobacterium tumefaciens*** **formează tumori ca urmare a unei supradozări cu auxină şi citochinonă**

Anumite bacterii şi ciuperci produc cantităţi mari de auxină şi citochinonă şi prin aceasta ele creează tumori pe plantele pe care le populează. (figura 507). Printre aceste bacterii se numără şi *Agrobacterium tumefaciens*

care formează tumori ca urmare a unei supradozări cu auxină şi citochinonă. Bacteria realizează această performanţă deoarece este dotată cu gena care codifică formarea celor 2 biostimulatori. Din aceste motive, *Agrobacterium tumefaciens* este foarte utilizată în transformarea genetică a plantelor de cultură (bacteria este folosită ca vehicul), imprimând pe această cale rezistenţa culturilor la erbicide, dăunători, boli etc.

4) **Acidul abcizinic** controlează bilanţul apei în sol. Prin manipularea lui se pot crea tehnici de optimizare a bilanţului apei pentru culturile utile şi, dimpotrivă, de disturbare a aceluiaşi bilanţ pentru buruieni.

5) **Etilena** participă la grăbirea maturităţii fructelor şi seminţelor şi joacă un rol minor în procesele alelopatice.

6) **Acidul jasminic** se găseşte în 2 variante ca acid şi ca ester metilic, amândouă cunoscute sub denumirea de **jasmonat**. El acţionează ca hormon şi regulator de creştere. Se găseşte normal în plante în doze de 10 ng $\rightarrow$ 3 ng material proaspăt. Este interesant pentru că participă la mecanismul de apărare al plantelor prin inducerea unor proteine care feresc planta de stresuri climatice mai ales de stresul la apă şi căldură cauzat frecvent de buruieni.

7) Cercetări recente au demonstrat, de asemenea, că în plante se află cantităţi rezonabile de **steroizi şi hormoni peptidici**, aceştia până de curând crezându-se a fi produse numai de animale. **Brassinosteroizii** îndeplinesc în plante funcţia de **fitohormoni**, **Brassinolidul** fiind unul din principalii reprezentanţi ai unei grupe care conţine peste 40 de molecule bine definite. Sinteza în plante a brassinosteroizilor este foarte asemănătoare cu cea a sintezei steroizilor la animale, dovedind o dată în plus unitatea lumii vii. Brassinosteroizii stimulează creşterea lăstarilor; diferenţierea ţesuturilor conducătoare induce plantelor de cultură un puternic efect antistres, inclusiv cauzat de buruieni şi boli. Efectul antistres este cu atât mai vizibil cu cât stresul este mai pronunţat. Dacă se ia în calcul că acţiuni similare sunt desfăşurate în plante şi de fitohormoni clasici (auxine, citochinone) ne întrebăm nu e oare prea mult? Fireşte că nu, pentru că plantele îşi reglează enzimatic constelaţia de fitohormoni de care au nevoie. Şi, mai recent, s-a demonstrat că anumiţi hormoni peptidici vegetali, printre care citäm fitosulfochinele, coordonează şi acest proces.

Subliniem, în final, că toate aceste descoperiri recente, bazate mai ales pe construcţii proteice, au intrat în atenţia tehnicienilor genetici şi că optimizarea biotehnologică, pornind de la principiile alelopatiei vor fi operaţionale în următorii 10-15 ani, dacă decizia politică a marilor giganţi ai lumii va fi una pozitivă.

Întreaga lume ştiinţifică este, de mult, de acord că alelopatia influenţează relaţiile dintre plante. Se impun însă cercetări pentru a stabili

importanţa substanţelor alelopatice în natură şi în ce măsură pot fi utilizate în producţia agricolă şi îndeosebi prin găsirea de produşi naturali care să inhibe creşterea şi dezvoltarea buruienilor.

Pentru aceasta ar trebui parcurse unele etape:

- sinteza şi caracterizarea substanţelor alelopatice,
- realizarea simptomelor specifice prin aplicarea unor doze apropiate de cele care acţionează în mod natural,
- elaborarea unui model matematic pentru a evalua efectivele viitoare ale acestora.

Se fac cercetări pentru identificarea chimică a substanţelor alelopatice, sinteza şi folosirea lor în blocarea germinaţiei seminţelor în sol sau în frânarea dezvoltării buruienilor.

Deşi rezultatele nu sunt încă spectaculoase, cercetătorii europeni consideră deja că acest fenomen biologic şi biochimic extrem de complicat şi încă insuficient clarificat oferă o alternativă, nu atât pentru suprimarea utilizării erbicidelor, cât mai ales pentru reducerea cantităţii şi a frecvenţei tratamentelor.

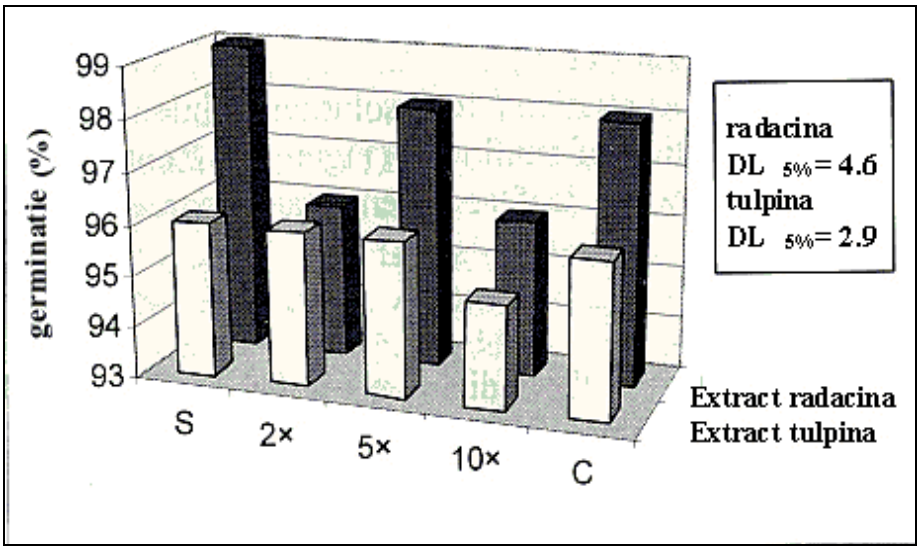
Vom prezenta unele rezultate recente care exprimă o nouă atitudine faţă de această problemă a cercetătorilor europeni.

Cercetările efectuate de *Kazinski şi colab., 2004*, folosind extracte de *Cirsium arvense* şi *Asclepsias syriaca* pentru determinarea efectului acestora asupra germinării plantelor au demonstrat că efectul alelopatic există. Cele două buruieni inhibă anumite culturi printre care, în mod deosebit, grâul (figura 508). Inhibarea se corelează cu organul plantei din care s-a extras substanţa alelopatică. Cu alte cuvinte, efectul concurenţial al pălămidei asupra grâului se manifestă pe două direcţii:

- Inhibarea germinaţiei de către inhibitori alelopatici eliminaţi prin rădăcini
- Competiţia directă şi dură pentru factorii de vegetaţie.

Acelaşi lucru se întâmplă şi cu specia *Asclepsias syriaca* în cazul porumbului (figura 509).

O altă plantă (buruiană ruderală) care prezintă un efect inhibitor a fost *Chelidonium majus*, cunoscută la noi sub denumirea populară de rostopască. Extrasul de *Chelidonium* a inhibat atât germinaţia cât şi creşterea rădăcinilor (Takacs A.P. şi colab. 2004). Dacă se pune problema inhibării buruienilor, atunci putem afirma că germinaţia buruienii *Solanum nigrum* a fost inhibată semnificativ şi la o diluţie de n/10 a extrasului. Extractele în apă obţinute din lăstarii de rostopască, în varianta nediluată, au blocat practic germinaţia (figura 510).



S - extract standard 2 x - diluat de 2 ori 3 x - diluat de 3 ori etc.

Figura 508. **Influenţa extractului în apă de *Cirsium arvense* asupra germinării grâului de toamnă** (**Sursa:** Berca M., 2004)

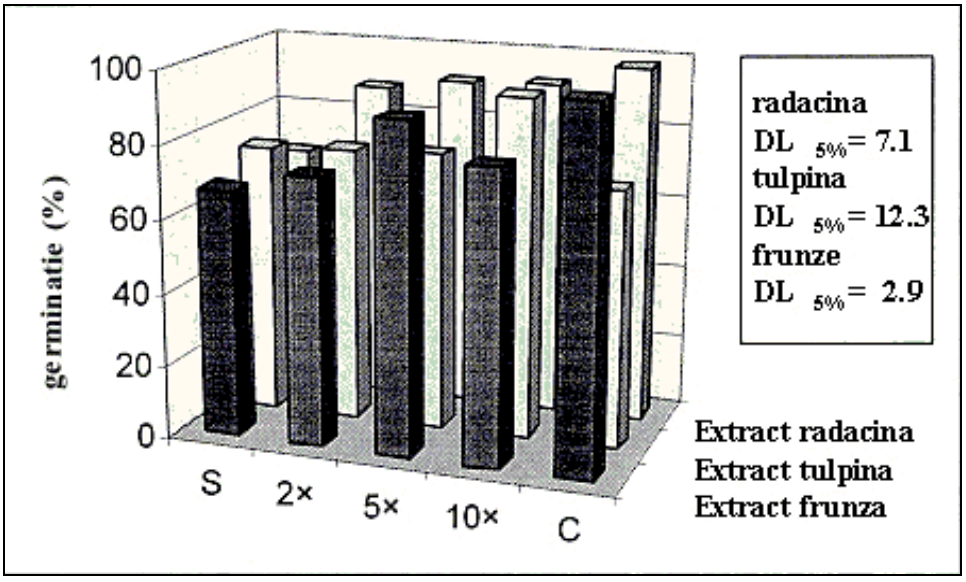
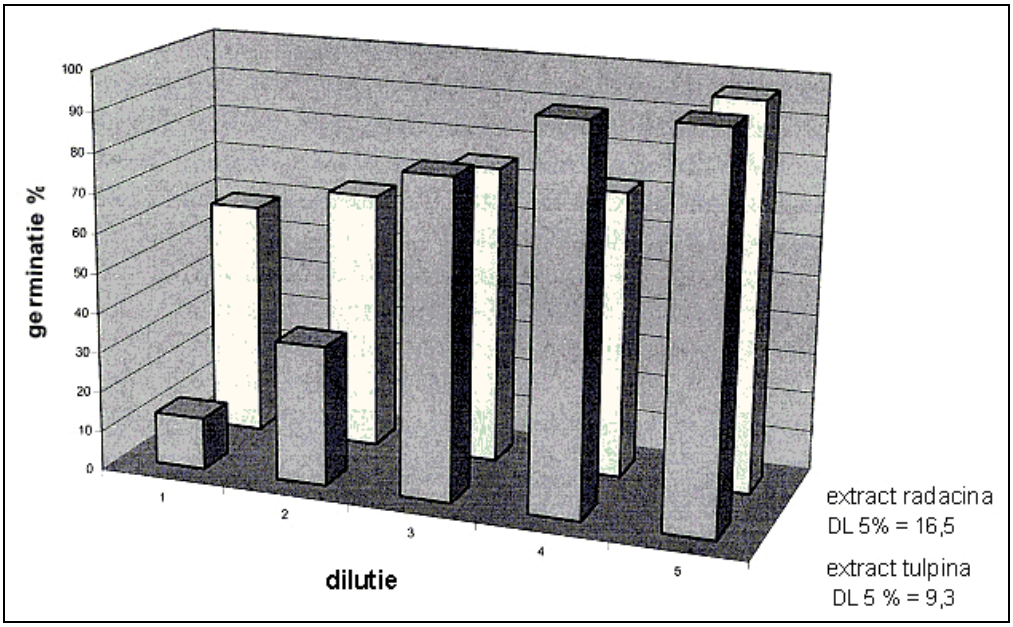


Figura 509. **Influenţa extractului în apă de *Asclepsias syriaca* asupra germinării seminţelor de porumb** (**Sursa:** Berca M., 2004)



1= concentrat nediluat = n 2= n/2 3 = n/3 4 = n/4

Figura 510. **Acţiunea extrasului în apă obţinut din *Chelidonium majus* asupra germinării seminţelor de *Solanum nigrum*** (După Takaes H.P. şi colab., 2004)

13.6.4.6. Producerea substanţelor alelopatice

Substanțele alelopatice pot fi produse în orice organ al plantei. Locul însă unde se formează aceste substanțe este foarte important pentru utilizarea acesteia. De exemplu, substanțele descoperite (localizate) în rădăcini sau lăstari au o valoare potențială mult mai mare decât una aflată în floare sau fruct (sămânță).

Producerea substanțelor alelopatice poate fi influențată de foarte mulți factori, printre care:

- intensitatea luminii (calitatea şi durata acesteia); de menționat că în perioadele cu zile lungi şi în prezența luminii ultraviolete, cantitatea produsă este mai mare;
- buruieni cu talie mică produc cantități mai mici de substanțe alelopatice decât cele cu talie înaltă. Prin urmare, umbrirea încetineşte sau stopează activitatea alelopatică;
- în condiții de secetă, de temperaturi scăzute şi a deficitului de nutriție, cantitatea de substanțe alelopatice este mai mare;

- în perioadele de stres, a resurselor limitate de apă şi substanţe nutritive producerea substanţelor alelopatice este stimulată.

Eliberarea substanţelor alelopatice are loc prin volatilizare sau evadare la nivelul rădăcinilor şi se deplasează în sol prin levigare. Ele rezultă, de asemenea, prin descompunerea resturilor de plante, după moartea acestora. Aceste substanţe sunt produse de buruieni şi afectează plantele de cultură sau alte specii de buruieni, dar în acelaşi timp sunt produse şi de unele plante cultivate. Acestea ar putea fi utilizate în cadrul asolamentelor pentru a valorifica potenţialul lor alelopatic în lupta contra diferitelor specii de buruieni.

* *
*

S-a insistat mai mult asupra schimburilor de substanţe între organismele care formează agroecosistemul datorită faptului că aici se întrevăd şansele tehnologice reale ale promovării nepoluante ale sistemelor de protecţie a plantelor şi nu numai împotriva buruienilor, ci şi a altor concurenţi biologici.

Tehnologiile genetice au demonstrat că plantele comunică între ele şi că dacă limbajul lor este bine înţeles atunci managementul uman le poate veni în întâmpinare cu acele măsuri care le apără de stres într-o manieră în care ceilalţi parteneri nu sunt puternic deranjaţi. Spre exemplu, plantele de cultură ajutate de om ar putea spune: „Lăsaţi-mă puţin să-mi fac treaba, adică să-mi realizez producţiile şi calitatea pe care mi-o cere măria sa, omul, după care revenim la vechile obiceiuri". Este însă clar că cei mai păgubitori parteneri vor ieşi din ecosistem cel puţin până la limita de dăunare economică, şi pentru aceasta vom avea nevoie şi de pesticide şi de alte metode mai mult sau mai puţin potrivite. Dar despre ele sunt foarte multe cărţi scrise, iar dacă agricultura viitorului le va accepta va fi tocmai pentru că modul lor de comportare faţă de mediu se vor apropia mult de alelochimicale.

13.6.5. Combaterea integrată a buruienilor

Noţiunea de combatere integrată a buruienilor este de dată mai recentă decât cea folosită în domeniul protecţiei culturilor împotriva bolilor şi îndeosebi ai dăunătorilor.

Pentru protecţia plantelor, încă de acum aproape 50 de ani, Bertlett (1956), citaţi de Baicu şi Săvescu (1978), a propus noţiunea de *combatere integrată.*

În anul 1956, Steriu recomandă integrarea tratamentelor chimice pentru combaterea unor boli şi dăunători la lucernă.

La prima şedinţă a grupei de experţi FAO din anul 1967, combaterea integrată a fost definită ca *„un sistem de reglare a populaţiilor de dăunători care foloseşte toate metodele de combatere într-un mod cât se poate de compatibil pentru a menţine dăunătorii la un nivel la care nu se produc pagube economice.”*

În domeniul combaterii buruienilor noţiunea de combatere integrată a fost adoptată în literatura de specialitate mult mai târziu.

Pentru prima dată în 1977, sub redacţia lui Fryer J.D. şi Shootchi Matsunaka sunt publicate în Japonia, lucrările unui simpozion pe tema combaterii integrate a buruienilor din unele culturi agricole de către diverşi specialişti. În introducere, J.D. Fryer scria: *„Titlul acestei cărţi poate fi socotit ca o surpriză pentru mulţi specialişti care sunt sub impresia că noţiunea de combatere integrată se referă numai la concepţiile şi programele de combatere a bolilor şi dăunătorilor. În condiţiile unei agriculturi moderne, studiile de combatere integrată a buruienilor trebuie să se bazeze pe un program complex de folosire a erbicidelor, combinat în acelaşi timp cu metodele agrotehnice specifice fiecărei culturi în relaţiile cu felul infestării cu buruieni”.*

Este mult mai simplu să reduci combaterea buruienilor la tratamente cu erbicide bine specializate. Este la fel de uşor să constaţi că, după o anumită perioadă de timp, oricât de performant ar fi un erbicid el este respins de agroecosistem în diferite feluri, cel mai cunoscut fiind acela al formării de rezistenţă. Cu siguranţă că cititorul nostru are suficiente cunoştinţe despre modul de acţiune al erbicidelor. Ele se referă la inhibarea fotosintezei, a formării proteinelor, grăsimilor şi alţi metaboliţi principali pentru fenomenul de existenţă în general. Deşi cu efecte similare, produsele alelopatice seamănă mai degrabă cu cele homeopatice din medicina umană. Ele sunt consecinţa comunicării dintre plante sau dintre plante şi alte organisme şi vizează dominant metaboliţii secundari.

Prin definiţia dată de Soerjani (1977), prin combaterea integrată a buruienilor se înţelege „combinarea celor mai potrivite măsuri de prevenire a infestării şi de luptă cu buruienile incluzând măsuri fizice şi chimice într-un sistem special elaborat”.

Martin Hanf (1977) arată că în afară de combaterea chimică, care rezolvă numeroase aspecte, trebuie avute în vedere şi alte metode de luptă: biologică, mecanică, fizică, pentru a da posibilitatea plantelor cultivate să se fortifice.

După Strykers (1979), scopul urmărit prin integrarea diferitelor metode este „Combaterea raţională a buruienilor fără efecte secundare negative, iar după Shaw (1982), scopul sistemelor de combatere integrată a buruienilor este

acela de a „combate buruienile până la nivelul la care ele nu mai produc pierderi de importanță economică în anul curent şi în anii viitori.”

Conceptul de „luptă integrată” enunțat pentru prima dată de Kenedy (1953) a fost considerat de experții FAO drept o abordare interdisciplinară, care se bazează pe o judicioasă aplicare a celor mai eficiente metode de menținere a populațiilor dăunătoare sub nivelul pragului economic de dăunare (PED).

O altă definiție dată combaterii integrate de către NCIPM (National Coalition of Integrated Pest Management) (1994) se referă la modul de abordare a luptei împotriva dăunătorilor agricoli (inclusiv a buruienilor) ce **combină metodele biologice, fizice, chimice, agrofitotehnice, într-o manieră care să reducă riscurile economice ca şi presiunile asupra sănătății umane şi mediului ambiant.**

Robinson, 1978, Walker şi Buchanan şi Shaw, 1982, Hera şi Ghinea 1983, Ciorlăuş, 1983, A. Ulinici 1983 etc., bazându-se pe o îmbinare organică a tuturor metodelor de control au considerat combaterea integrată a buruienilor ca reprezentând o tehnologie elaborată în scopul obținerii de producții mari, de bună calitate biologică (lipsită de reziduuri toxice) prin valorificarea principalelor componente ale agroecosistemului în vederea evitării sau diminuării degradărilor ecologice (fauna şi flora utilă) şi a spori rentabilitatea. Combaterea integrată exploatează larg relațiile ecologice din cadrul agroecosistemelor.

Până în anul 1965, în țara noastră combaterea buruienilor s-a făcut prin metode preventive şi agrotehnice (prima etapă). Cu introducerea erbicidelor (a doua etapă, după 1965), combaterea buruienilor s-a axat - exagerându-se - numai pe baze chimice, aplicându-se şi unele metode preventive. S-a aplicat principiul comunist promovat de N. Şarpe – agricultura se face cu tractoare şi pesticide.

Pe lângă efectele pozitive imediate şi directe determinate de reducerea severă în fiecare an a îmburuienării culturii, dar şi a creşterii producțiilor, treptat au fost evidențiate şi unele limite ale folosirii erbicidelor, declanşate de impactul negativ al acestora asupra agroecosistemului (şi nu numai).

O dată cu apariția fenomenelor de rezistență din cadrul unor specii şi a înmulțirii speciilor rezistente la unele erbicide (puține la număr o perioadă şi repetat utilizate) au început şi în România cercetări intense referitoare la combaterea integrată.

Contribuții notabile la studierea, dezvoltarea şi definirea noțiunii de combatere integrată şi apoi a conceptului modern de Management Integrat al Buruienilor au avut: C. Pintilie, M. Berca, Gh. Budoi, N. Şarpe, D.D. Săndoiu,

A. Ulinici, At. Ciorlăuş, I. Vlăduţu, L. Ghinea, C. Penescu, N.E. Ionescu, Alexandrina Popescu, T. Fritea, A. Vilan, Adina Perianu etc.

După L. Ghinea (1988), dezvoltarea rezistenţei unor buruieni la erbicide, compromiterea unor culturi ca urmare a efectului remanent şi a acumulării unor reziduuri în sol şi plante şi de aici în lanţurile trofice, necunoaşterea suficientă a efectelor potenţiale de scurtă şi/sau lungă durată, inclusiv toxicologice, în cazul aplicării repetate (a unui număr restrâns de erbicide), uneori unilaterale, au determinat o abordare nouă, teoretică şi practică privind diminuarea, până la eliminarea (poate în totalitate) a concurenţei buruienilor cunoscută sub denumirea de combatere integrată. În comunicarea făcută la cel de-al X-lea Simpozion Naţional de Herbologie din anul 1996, B.S. Post şi F.G. Wijnauts arată că strategia de combatere a buruienilor trebuie să aibă în vedere:

– **Factori strategici** (pe termen lung), care se referă la obiectivul fermei, rotaţia şi asolamentul, alegerea culturii şi a câmpului, lucrările de bază ale solului etc.

– **Factorii tactici** (pe termen scurt), care au în vedere tehnicile de întreţinere a culturilor, perioada optimă a semănatului, densitatea, soiul sau hibridul cultivat, fertilizarea, amendarea etc.

– **Factori operaţionali** (din sezonul/perioada de vegetaţie), care constau în măsuri de combatere chimică, biologică, mecanică şi fizică.

Sunt posibile şi accesibile mai multe tehnici şi combinaţii de combatere a buruienilor. Strategiile însă pot fi diferite datorită diferenţelor în distribuţia şi abundenţa buruienilor în şi între câmpuri (sole). Fermierului, celui care gestionează agrosistemul i se cere să hotărască combinaţiile tehnice cele mai eficace de combatere.

E bine să accentuăm că în cadrul metodelor de combatere integrată a buruienilor sunt preferate atât unele metode directe (praşile manuale şi mecanice, plivitul), cât şi metode indirecte (rotaţia culturilor, utilizarea echilbirată a îngrăşămintelor şi amendamentelor, lucrările de bază ale solului etc.) (figura 511).

Noţiunea de combatere integrată este necesar a fi înţeleasă ca o îmbinare a unor metode de luptă total diferite cu preponderenţă a mijloacelor nechimice de combatere. Ponderea mai mare sau mai mică a uneia sau a alteia dintre aceste metode, în programul de combatere integrată, depinde de tehnologia fiecărei culturi. Modul concret în care se realizează această îmbinare este în funcţie de:

I

- tipul şi gradul de îmburuienare
- condiţiile staţionare ale fiecărei sole în parte - elemente ce pot fi considerate ca verigi de bază a combaterii integrate.

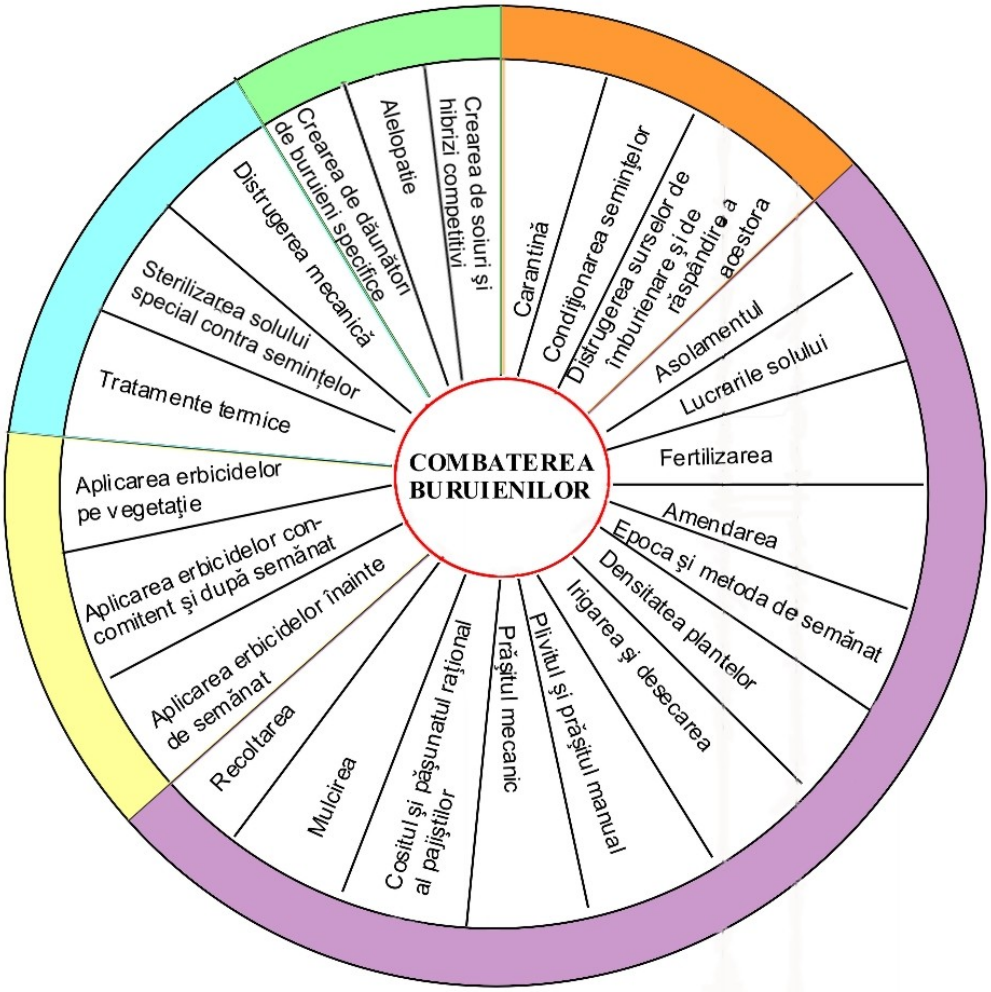


Figura 511. **Unele elemente componente ale combaterii integrate a buruienilor, ca părţi componente ale Managementului Integrat al Buruienilor (MIB) (**original)

II

▪ verigile combaterii integrate vor fi considerate ca părţi ale unui sistem unitar egal ca importanţă. Prin urmare, nu sunt verigi mai puţin importante ci numai anumite circumstanţe care determină o importanţă sporită uneia sau alteia dintre ele, în funcţie de condiţiile concrete ale solei. Iată deci că sistemul de combatere integrată nu se poate şi nu trebuie să se refere la teritorii vaste şi nici măcar la arealul unei ferme, ci la sole bine delimitate.

III

▪ Prin aplicarea erbicidelor nu ne propunem eradicarea buruienilor.

- Oportunitatea utilizării unui erbicid şi alegerea aplicării lui au în vedere:
  - durata perioadei de degradare (să fie cât mai scurtă);
  - nivelul reziduurilor în sol, plante de cultură (în general în lanţul trofic);
  - eficacitatea asupra buruienilor;
  - utilizarea erbicidelor este privită nu numai prin prisma efectului imediat asupra culturilor tratate ci şi din punctul de vedere al întregului agroecosistem şi poate mai cuprinzător al ecosistemului în ansamblu.

IV

- Pilonul central al unei combateri integrate îl reprezintă asolamentul care are un rol permanent şi hotărâtor asupra îmburuienării, mai ales pe termen lung.

V

- Combaterea buruienilor depinde exclusiv de factorii locali, înainte de toate de fermier.

VI

- Sistemele de protecţie integrată vor conţine metode specifice pentru reglarea tratamentelor.

13.6.5.1. Locul managementului integrat al protecţiei plantelor şi al managementului integrat al buruienilor în contextul dezvoltării durabile

Se răspândeşte un nou concept, un alt management şi noi strategii de control al buruienilor. Am subliniat noţiunea de „CONTROL" pentru că trebuie să-l deosebim de termenul de „combatere".

CONTROL presupune conducerea evoluţiilor populaţiilor de buruieni, astfel încât ele să fie prezente, unele chiar folositoare, dar în niciun caz dăunătoare.

COMBATEREA presupune mai degrabă „eradicarea buruienilor" prin orice mijloace în scopul obţinerii unui profit maxim de la cultura protejată. Combaterea nu are în vedere factorii ecologici de mediu, ea reprezintă o abordare simplă, ceea ce a făcut ca o perioadă îndelungată să se aplice exagerat, deseori unilateral, erbicidele în detrimentul celorlalte metode (lipseşte intenţia de alternanţă şi integrare). Managementul prevede păstrarea biodiversităţii ca o cerinţă a agriculturii durabile. Aceste două noţiuni – managementul (dirijare şi control) şi combaterea nu trebuie contrapuse. În noua concepţie, combaterea este integrată în management.

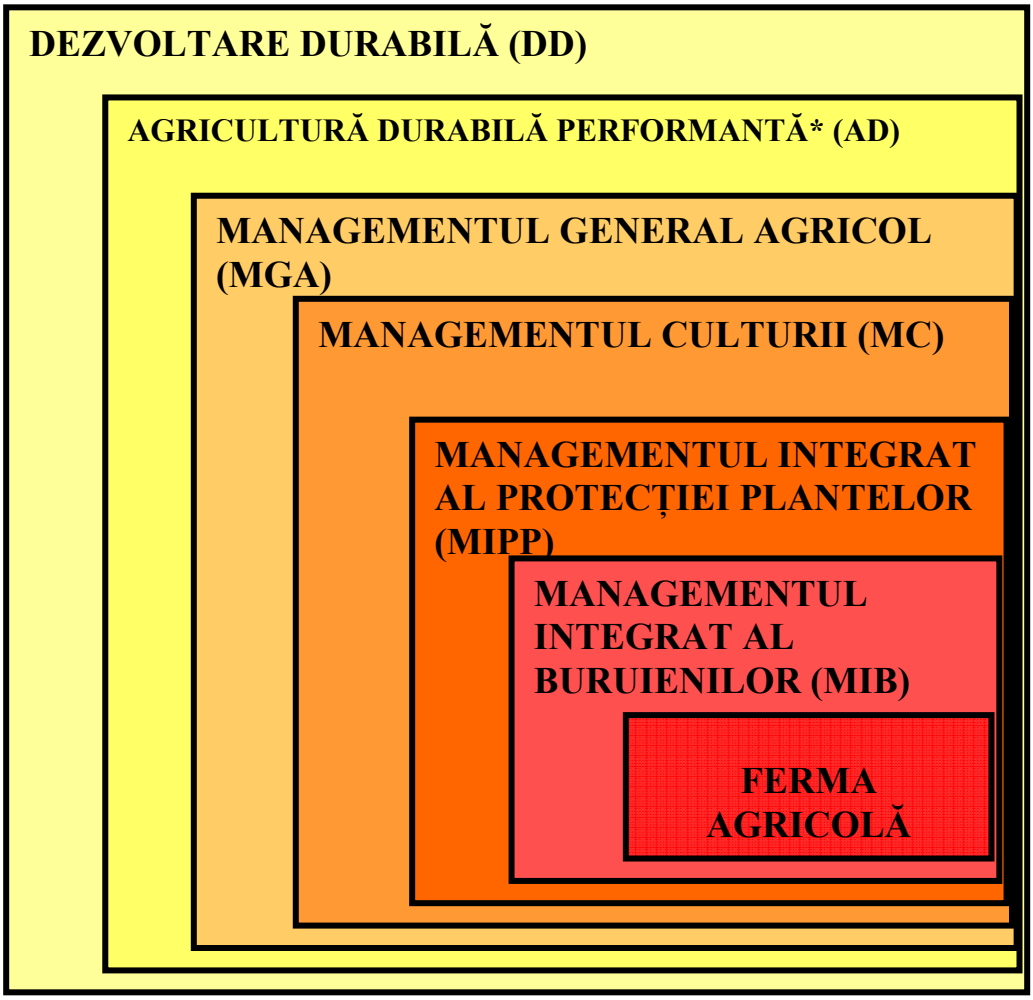


Figura 512. **Locul MIPP şi al MIB în contextul dezvoltării durabile** (original)

*** Notă:** *În Agricultura Durabilă (AD) întregul sistem devine integrat, reprezentând practic o combinație de strategii cu interferențe specifice multiple.*

Managementul Integrat al Buruienilor (MIB) este o noțiune complexă care vrea să însemne Managementul monitorizării, cunoaşterii şi stăpânirii relațiilor dintre buruieni şi culturi printr-o diversitate de metode, inclusiv utilizarea echilibrată a erbicidelor. Este însă exclusă menținerea echilibrelor CULTURI – BURUIENI numai prin (sau predominant prin) manevre chimice.

Noile concepte nu presupun eliminarea erbicidelor (în cazul nostru) ci utilizarea lor după epuizarea tuturor (sau majorității) variantelor alternative.

MIB este o treaptă superioară a herbologiei. Pentru elaborarea lui sunt necesare cunoştinţe multiple şi profunde de ecologia buruienilor şi interfaţa lor cu plantele de cultură îndeosebi în fazele critice. Introducerea erbicidelor în sistemele de producţie agricolă se va face numai dacă:

- este necesar
- sunt cele mai potrivite
- riguros controlate
- nimic întâmplător
- nu în zonele interzise
- au fost analizate oportunităţile şi utilizate şi alte metode sau variante alternative (agrotehnice, fizice, biologice, biotehnice etc.).

Folosirea măsurilor alternative de dirijare şi control al buruienilor cu puternic caracter preventiv şi dezvoltarea unui management superintegrat nu poate avea loc în afara Managementului General Agricol (MGA) pentru că există numeroase interferenţe între MGA şi unul specific.

În ultimă instanţă ele vor conduce spre Agricultura Durabilă (puternic ecologizată) în care locul central va aparţine Managementului Integrat al Culturii (MIC) şi în cadrul acestuia a MIPP inclusiv MIB (toate ca sisteme specifice de management sau submanagemente specifice).

13.6.6. Managementul intergat al buruienilor (un nou concept de actualitate)

De la eradicarea buruienilor la managementul vegetaţiei, acesta este drumul ce este necesar a fi urmat pentru gestionarea agroecosistemelor şi conservarea biodiversităţii. De fapt, acest drum sugerează şi evoluţia în timp a metodelor de protecţie a culturilor agricole, îndeosebi al traseului parcurs de „lupta chimică".

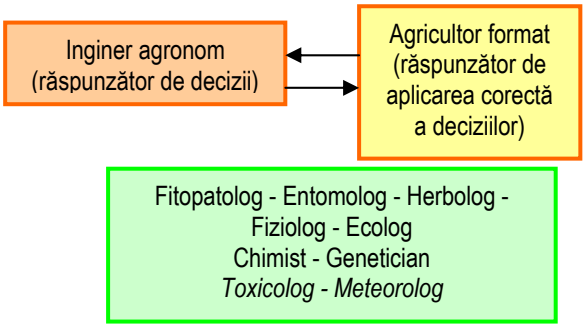
Este de cea mai mare importanţă ca MIPP (MIB)/MIC* să fie folosit ca un sistem complet integrat, adică să reprezinte o combinaţie între strategii. O acţiune simultană asupra tuturor elementelor de bază (a MIPP (MIB)/MIC), contextul unui management performant, poate avea rezultate maxime atât în ceea ce priveşte calitatea produsului cât şi calitatea mediului.

* MIPP = Management Integrat al Protecţiei Plantelor
MIB = Management Integrat al Buruienilor
MIC = Management Integrat de Combatere

13.6.6.1. Schema de evoluţie a metodelor de protecţie a culturilor

(după Oilb, Riba G. şi Silvy C., (1989) actualizată de M. Berca, (2004)

METODELE DE PROTECŢIE A CULTURILOR	RĂSPUNS LA CERINŢE		
	economice	ecologice	toxicologice
1.Metode de combatere nechimice Agricultor	+	++++	+++
2. Lupta chimică oarbă Agricultor ← Reprezentant industrie Utilizarea fără discriminare a pesticidelor după o schemă prestabilită neglijându-se factorii de mediu şi ecologici. S-a urmărit eradicarea buruienilor (în acest caz), cu alte cuvinte "combaterea". Această metodă nu a avut nici o legătură cu managementului riscului fitosanitar etc.	+ +	++++	+++
3. Lupta chimică consiliată. Agricultor ← Sistem de prognoză şi avertizare Utilizarea cu discernământ a pesticidelor (erbicidelor) cu un larg spectru de acţiune în relaţii cu serviciul de progoză şi avertizare. Un început de "control" unilateral al utilizării pesticidelor în acest stadiu predomină încă conceptul de "combatere".	+ +	+	+
4. Lupta dirijată Agricultor format ← Consilier tehnic Poate fi inclusă noţiunea de "control şi dirijare". Se au în vedere ca alternative şi alte măsuri de combatere (limitate). • Se introduce noţiunea de "prag de toleranţă" şi "prag economic de dăunare" • Pesticide cu repercusiune slabă ecologic • Salvgardare a organismelor auxiliare existente	+ +	+ +	++
METODELE DE PROTECŢIE A CULTURILOR	RĂSPUNS LA CERINŢE		
	economice	ecologice	toxicologice
5. Protecţia integrată (ca luptă dirijată) Consilier fitosanitar Agricultor format ↔ Consilier tehnic • Apare noţiunea de Management integrat al Protecţiei	++++	+++	+++

METODELE DE PROTECŢIE A CULTURILOR	RĂSPUNS LA CERINŢE		
	economice	ecologice	toxicologice
Plantelor, inclusiv de Management Integrat al Buruienilor. • Se practică integrarea de mijloace de luptă (combatere) biologică, biotehnologică sau biotehnică şi de mijloace culturale. • Limitarea maximă a luptei chimice (utilizarea durabilă a pesticidelor)			
6. Protecţie agricolă integrată (ca parte integrantă a sistemului de agricultură durabilă)  • Aplicarea de "tehnici integrate ecologizate" • Urmărirea păstrării biodiversităţii prin respectarea, integrarea şi valorificarea tuturor factorilor pozitivi şi ai agroecosistemului • Îşi găseşte pe deplin locul şi conceptele de: Managament General agricol, Management Integrat al Protecţiei Plantelor (inclusiv al buruienilor), Managementul Integrat al Culturii dar şi Codul Bunelor Practici Agricole.	+ ++ +	+++	+++

Această integrare şi combinaţie între strategii care se referă la interrelaţia MIPP/MIB/MIC ar consta, printre altele, în:

– **Utilizarea raţională a îngrăşămintelor chimice** (un management specific al nutrienţilor). Există de exemplu o interdependenţă între nutrienţi şi buruieni (boli şi dăunători) precum şi compatibilităţi sau incompatibilităţi în sistemul de aplicare: îngrăşăminte + erbicide, îngrăşăminte + insecticide sau fungicide (vezi capitolul „Nutriţia plantelor").

– **Managementul agenţilor de dăunare (prognoză, avertizare, PED** etc.)

– **Utilizarea durabilă a pesticidelor sintetice** (inclusiv a erbicidelor), acţiune care este necesar să facă faţă provocării reducerii drastice a folosirii acestora începând cu cele mai toxice.

– Acest deziderat se poate realiza prin: reducerea indicelui de frecvență a tratamentelor sau presiunea poluanților, monitorizarea reziduurilor, reducerea riscului fitosanitar etc.

– Gestionarea corectă a riscului fitosanitar care să permită creşterea numărului de opțiuni în alegerea unui erbicid sau altul. De altfel, analiza riscului fitosanitar va sta la baza oricărei decizii privind necesitatea măsurilor de protecție a plantelor (de combatere a buruienilor). Este necesar să accentuăm că însăşi trecerea spre tehnicile MIPP (MIB), concomitent cu creşterea rolului MIC are ca rațiune reducerea dependenței de protecția chimică şi reducere a pesticidelor. Conceptul este solicitat de regulile siguranței alimentare cât şi de conceptul "reînverzirea revoluției verzi" - baza pentru reintensificarea agriculturii.

– Obiective privind cantitatea, calitatea şi conservarea recoltei.

– Marketingul produselor agricole şi modalitățile de consum în care protecția consumatorului joacă un rol prioritar.

– Conservarea mediului şi a biodiversității (avem în vedere managementul mediului) etc.

De aceea, apare ca o necesitate să se facă apel şi să se promoveze practici şi coduri (noțiuni recent introduse în țările dezvoltate) ca de exemplu: „Codul Bunelor Practici Agricole" care ar include (integra) „Codul Bunelor Practici de Protecție şi Nutriție a Plantelor", „Cod al Bunelor Practici de Cultivare a Solului", un „Cod al Bunelor Practici de Mediu" etc.

În figura 512, „Locul MIPP şi al MIB în contextul dezvoltării durabile", apare în plan distinct „Ferma", aparent fără vreo legătură cu restul conținutului din schemă.

13.6.6.2. Care este legătura dintre „MIPP" (MIB) şi „FERMĂ"?

- În primul rând unitatea pe care se aplică MIPP (MIB) este agroecosistemul culturii.
- Aceste noțiuni nu se referă şi nu pot fi puse în practică pe teritorii vaste ci numai la nivel de sole bine delimitate.
- Programele de Management Integrat al Buruienilor (şi nu numai) se elaborează pe baza sistemelor şi strategiilor (la nivel de fermă, acesta fiind şi locul de luare a deciziilor).
- MIPP/MIB este necesar a fi incluse obligatoriu în tehnologiile fiecărei culturi şi se vor referi la întregul complex de specii de buruieni şi nu numai la cazuri izolate dintr-o cultură sau alta.

- Se impune schimbarea concepției despre agricultură (ca meserie), fermă şi fermier. Ferma nu este considerată numai ca o industrie producătoare de alimente ci ca un loc (nucleu) unde se interferează şi se implementează Managementul General Agricol (MGA). Fermierul gestionează în aceste condiții nu numai o fermă, ci un întreg agroecosistem ca parte integrantă a naturii, unicul drum care poate duce către o agricultură durabilă performantă şi în care se încadrează perfect MIC, MIPP şi MIB. Gestionarea fermei de către fermier va fi concepută ca integrală, ceea ce implică însuşirea şi folosirea unor informații despre cât mai multe aspecte ale agroecosistemelor locale, incluzând fațete socio-economice, biologice, chimice, pedoagrochimice, tehnice etc.
- Protecția culturilor (Inclusiv combaterea buruienilor) ca multilaterală în obiective şi multitehnologică sub raportul posibilităților de realizare.
- Instrumentele cele mai puternice de combatere a buruienilor se află în creierul fermierului, lui îi aparțin deciziile de combatere fiind singurul care cunoaşte şi se confruntă direct cu buruienile şi cu protecția propriilor culturi.

În esență conținutul MIB (şi nu numai) se adresează şi face precizări pentru:

- fiecare fermă agricolă
- fiecare solă,
- fiecare cultură sau grupe de culturi (mai recent agroecosisteme).

Toate acestea vor avea în vedere:

- gradul de îmburuienare
- buruienile-problemă (şi buruienile specifice dominante)
- Pragul Economic de Dăunare (PED) despre care am discutat în detaliu mai înainte
- condițiile pedo-fitoclimatice locale
- soiurile şi hibrizii cultivați
- cultura (culturile) şi tehnologiile aplicate
- rotația culturilor/asolamentul
- posibilitățile materiale şi tehnico-organizatorice ale fermei, inclusiv calitatea managementului acesteia.

Facem precizarea că şi conceptele de „BUNĂ PRACTICĂ… ” (agricolă, de protecție a plantelor, de combatere a buruienilor, de cultivare a solului, de mediu etc.) au caracter practic, aplicativ, obligatoriu de respectat. Acestea fac referire şi au multiple interferențe cu managementul local, sistemele de tehnologii pentru culturi, rotații şi asolamente, practici, metode şi standarde de fertilizare şi tratamente fitosanitare, standarde de calitate (conținutul de reziduuri şi metale grele în sol, ape, plante şi produse agricole) etc.

Aceste concepte mai prevăd şi obligaţiile ce revin fermierului referitoare la practicarea unei agriculturi care să fie prietenoasă cu mediul pentru a realiza o tranziţie rapidă spre metode durabile de cultivare şi comercializare.

Atât în cazul MIPP/MIB (şi nu numai) cât şi în promovarea „Bunelor Practici … „fermierilor li se cere un nivel foarte ridicat de calificare pentru că ei vor adopta strategii sau elemente ale acestora în funcţie de situaţiile specifice, motivaţie şi calificare.

Interacţiunea între herbologia analitică şi combaterea practică a buruienilor este inevitabilă pentru dezvoltarea şi orientarea unor strategii de gestionare cu succes a buruienilor.

Aşa după cum am mai menţionat nu toate opţiunile posibile se justifică economic. Un complex de metode specifice fiecărei ferme poate fi ales pentru fiecare cultură. Cunoştinţele de bază teoretice şi practice sporesc optimizarea continuă. Aceste instrumente (şi altele) pot fi integrate în MIB în contextul promovării unor forme durabile şi integrate de agricultură.

* *
*

Protecţia integrată a culturilor nu serveşte numai conceptului de Bune Practici în Managementul Culturilor. De mulţi ani de zile din perioada 1950 - 1985 el a fost puţin acceptat, inclusiv în ţările occidentale. Numai că la un moment dat oamenii nu au mai putut respira şi atunci s-a pus problema, degeaba avem hrană dacă nu avem aer - rezultatul final ar fi acelaşi. Şi atunci ei, occidentalii, şi-au adus aminte şi de multifuncţionalitatea agriculturii şi al respectului pe care trebuie să-l dea acesteia. Căci agricultura va produce nu numai bunuri alimentare ci nenumărate materii prime pentru industria prelucrătoare (chimică, textilă, materiale de construcţii, energie) la care se adaugă întreţinerea peisajelor şi preluarea unor funcţii ecologice ale pădurii precum producţia de oxigen, combaterea eroziunii, conservarea solului şi reţinerea apelor, îndeplinirea unor diverse şi importante funcţii sociale.

Cercetătorii, tehnicienii şi unii înalţi politicieni văd în multifuncţionalitatea agriculturii o nouă recunoaştere a meseriei de agricultor, o meserie extrem de specializată şi complexă, o meserie de sinteză, mereu în corelaţie cu piaţa şi cu societatea, o meserie care face apel la o serie largă de competenţe (implementare AD[*], MIPP, MIB, Management Ecologic etc.) şi de know-how-uri complexe care nu sunt moştenite, ci din ce în ce mai mult învăţate. Implementarea în practică a conceptului de mai sus este mult rămas în

[*] AD = Administraţie Diversificată

urmă în România. Multifuncționalitatea deci poate şi va fi necesar să fie văzută ca o sursă istorică de a redefini locul agriculturii şi al fermierului (agricultorului) în societate, mai ales acum, când alimentația populației intră în criză mondială.

Multifuncționalitatea reprezintă nu numai un instrument al politicilor agrare ci, înainte de toate, un concept care caută să definească atât complexitatea cât şi bogăția măsurilor care sunt aşteptate din partea agricultorilor (fermierilor) şi a agriculturii. Conceptul de "multifuncționalitate a agriculturii" nu poate fi desprins (izolat) de celelalte concepte, ci, dimpotrivă, el integrează totul de la Bune Practici Agricole, la Managementul Protecției Plantelor, al Mediului, integrându-se prin definirea noului concept de **Agricultură Durabilă Performantă**.

13.6.7. Unele concepţii şi atitudini faţă de buruieni

Crizele de mediu ale secolului XX şi ale începutului de secol XXI induc noua gândire a secolului XXI care va fi orientată spre un tratament egal acordat tuturor speciilor, inclusiv buruienilor şi aceasta nu numai de dragul biodiversității ci şi a foloaselor pe care fiecare specie le poate aduce la supraviețuirea planetei, indiferent dacă azi unele sunt considerate inamice omului. S-a născut în felul acesta **„Legea egalei importanțe a speciilor în perimetrul biosferei".**

Pornind de aici, a apărut ideea inedită a instituirii unui parteneriat între om, reprezentat de culturile agricole pe care le-a aşezat în agroecosistem şi speciile de buruieni care pot afecta mai mult sau mai puțin culturile agricole în funcție de indicele de concurență (IC) despre care s-a vorbit mai înainte.

În țările din vest buruienile deja nu mai sunt tratate ca „inamicul nr. 1 al culturilor" ci, de dragul biodiversității şi al foloaselor genetice sau medicamentoase, ele sunt „parteneri" într-o competiție interspecifică în care reducerea populațiilor este necesar să se situeze „la limita densității echilibrelor" (Mortensen AA – SUA).

Coabitarea culturilor cu buruienile presupune, prin urmare, acceptarea luptei interspecifice până la granița tolerată de definiția durabilității şi impusă de pragul de nedăunare economică. Pentru a nu pierde din vedere acest lucru s-a introdus recent conceptul „Managementul minimului de buruieni" (Liebman M şi colab. – SUA). Aceasta înseamnă că atâta vreme cât echilibrul nu distorsionează cantitatea şi calitatea recoltelor, buruienile ar putea fi tolerate. Acest echilibru este dat, aşa cum s-a arătat mai înainte, de „pragul economic de toleranță".

Cunoaşterea biologiei şi ecologiei buruienilor capătă azi o importanţă cu mult mai mare pentru că această cunoaştere stă la baza unui nou management mai complex al fluxurilor de producţie şi a noii strategii de monitorizare şi control al acestora.

Legile ecologiei apără însă buruienile în faţa agresiunii umane, costurile ajungând atât de mari pentru atingerea acestui scop, încât au devenit prohibitive în ultimile decenii, periculoase prin gradul înalt de poluare provocat mediului pentru obţinerea acestui ţel.

De fapt, în unele ţări ca Elveţia sau ţările nordice, populaţiile de buruieni au fost atât de reduse încât, în prezent se caută căi pentru conservarea lor. De exemplu în Elveţia se mai întâlnesc numai 13 buruieni concurente pentru culturi, în timp ce în România acestea numără circa 132 de specii de buruieni-problemă.

Faţă de cele prezentate este necesar să se treacă la refacerea şi extinderea spaţiului ecologic, este necesar să restrângem (nu să eliminăm) utilizarea pesticidelor convenţionale, este necesar să se caute alternative la actualul sistem de agricultură şi să acordăm prioritate calităţii şi sănătăţii. Ultimii cinci ani au demonstrat – cel puţin în domeniul agricol şi alimentar - că **„se caută calitatea”.**

Este necesar să se urmărească, printre altele, reducerea dependenţei producţiei agricole de pesticide şi să se îmbunătăţească substanţial calitatea tratamentelor şi a tehnicilor de aplicare. În acest context, aplicarea erbicidelor apare într-o lumină nouă. Ele vor fi utilizate cu mare responsabilitate dar numai contra organismelor ţintă. Erbicidele vor trebui să ofere calităţi biologice şi toxicologice deosebite, iar cei care aleg sortimentul şi tehnologia de aplicare devin conştienţi că sunt mesagerii aplicării ştiinţei în producţie.

Recent a fost introdusă noţiunea de **„doza minimă letală de erbicid”** (**MLHD** – minimum lethal herbicide doze) în folosirea erbicidelor. Conceptul MLHD dezvoltat la Institutul Internaţional de Studiu al Plantelor din cadrul Universităţii din Wagenningen îşi propune unul sau mai multe modele de raţionalizare pe mai departe a folosirii erbicidelor. Reducerea dozei este unul din elementele conceptului, al doilea element îl constituie o tehnică senzorială menită să reducă nesiguranţa eficienţei erbicidului la scurt timp după aplicare iar al treilea element constă într-un suport al deciziei (DSS) care deliberează asupra necesităţii numărului de stropiri (una sau două).

Se porneşte de la constatarea că eficienţa erbicidului este determinată de numeroşi factori, cum ar fi:

- natura erbicidului
- speciile de buruieni
- tehnicile de aplicare
- reacţia mediului etc.

MLHD recomandă utilizarea unor doze minime letale pentru unele buruieni luând în considerare natura tratamentelor şi anumiţi factori specifici colaterali.

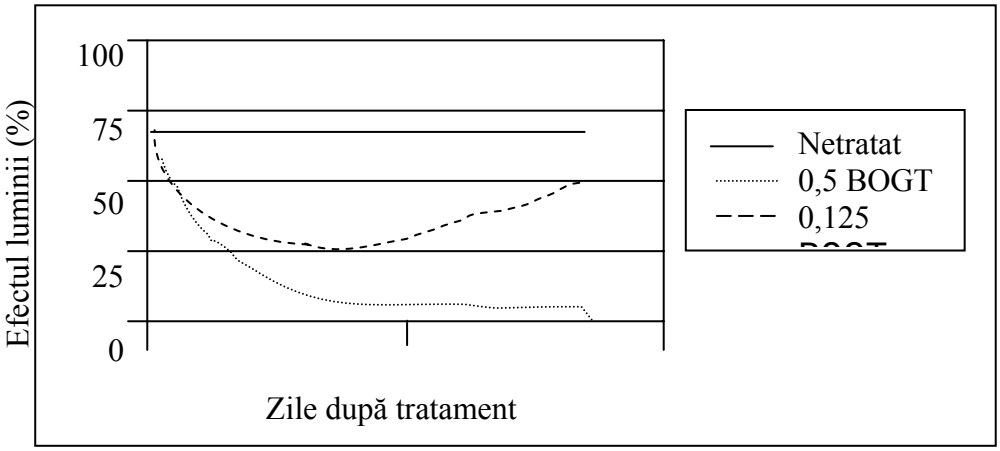
Inițial MLHD a fost proiectat pentru erbicidele inhibitoare de fotosinteză şi s-a bazat pe tehnicile de măsurare a fluorescenței clorofilei şi a reflecției acestora (tabelul 140)

În figura 513 se prezintă dinamica fluorescenței clorofilei măsurată în ppm pentru *Chenopodium album* iar în figura 514 pentru sfecla de zahăr, tratate cu erbicid (amestec) comun. Buruienile a căror valoare ppm se va afla sub cifra 15 vor muri (vezi cazul *Chenopodium album* varianta 0,5 BOGT).

Tabelul 140

Efectele tratamentului cu erbicide
(valoarea ppm la diferite buruieni la scurt timp după aplicare)

Specii	Nivele	ppm / 29 mai	ppm/9 iunie
Solanum nigrum	2	5	0
Stellaria media	6 - 8	5	0
Senecio vulgaris	3	26	48
Polygonum persicaria	4	15	0
Veronica arvensis	2 -3	28	40
Ceapă		50	65



Chenopodium album

Figura 513. **Fluorescenţa clorofilei măsurată în unităţi PPM pentru *Chenopodium album*, tratate cu un amestec comun de erbicide (Uni magenningen – proiect în dezvoltare).**

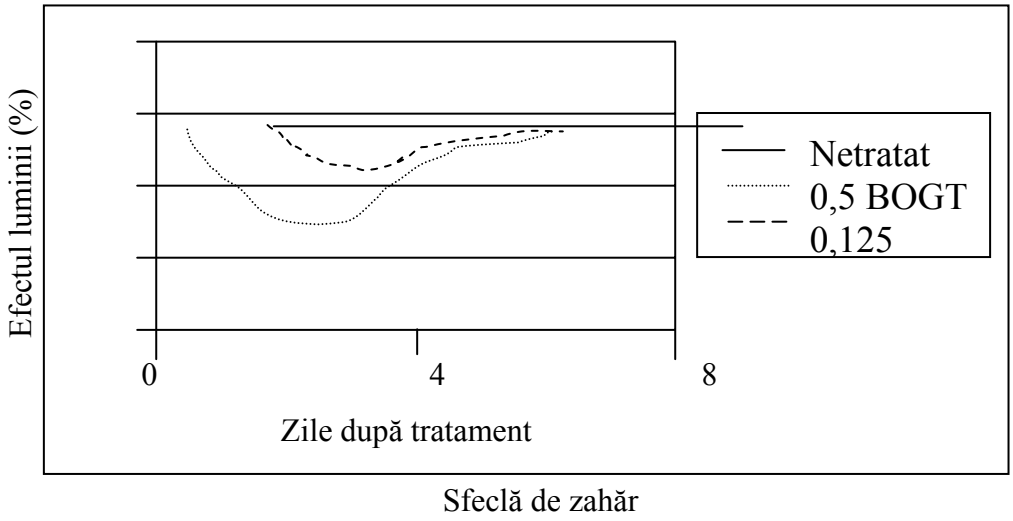


Figura 514. **Fluorescenţa clorofilei măsurată în unităţi PPM pentru sfeclă de zahăr, tratate cu un amestec comun de erbicide (Uni magenningen)**

Avantajele utilizării conceptului MLHD sunt următoarele:

- Anticiparea timpurie a eficienței erbicidelor, chiar din prima zi după tratament, în funcție de efectul activității clorofiliene măsurate conform figurilor 513 şi 514.
- Folosirea mult mai rațională a erbicidelor – reducerea dozei.
- Reducerea costurilor tratamentelor.
- Anticiparea efectelor erbicidului asupra culturii.
- Realizarea unor recolte mai timpurii şi mai mari.
- Impact mai mic asupra mediului.

Recent a apărut şi noțiunea de "locul specific de tratament" („Site Specific Application"), impusă de evoluția fără precedent a tehnologiei. Prin utilizarea a două computere care comunică între ele, buruienile sunt mai întâi depistate, iar jetul de soluție comandat la al doilea computer este dirijat numai spre obiectul țintă.

Fiind țintite numai buruienile (target-object), plantele de cultură şi solul nu sunt stropite şi, în consecință, „doza/ha" este extrem de mult diminuată în funcție de densitatea buruienilor. Iată preocupări şi concepții noi apărute în herbologie care nu urmăresc altceva decât noi orientări privind utilizarea durabilă a pesticidelor într-o agricultură durabilă şi în spiritul MIPP/MIB şi a Codului de Bună Practică Agricolă/Bună Protecție a Plantelor şi de mediu. (M. Berca „Noi concepții şi atitudini vizavi de buruieni" – al 12-lea Simpozion EWRS, Olanda 2002).

13.6.8. Probleme speciale de prognoză şi control al buruienilor

Este necesar să revenim la Gerhards R. şi mulţi din colaboratorii săi (2010) ale căror lucrări au stat la baza sistemului DATS* pornind de la ideile mai sus exprimate conform următorului algoritm:

1. Posibilitatea monitorizării şi controlului buruienilor depinde de legile şi permisivitatea funcţionării lor în agroecosistem.

2. Cele mai multe specii sunt uniform distribuite în câmp.

3. Managementul spaţial al buruienilor şi stropitul în pete acolo unde densităţile o cer reduce cantitatea de erbicide.

4. Pentru aceasta este nevoie de o prognoză a formării, propagării şi dispersiei buruienilor conform schemei (figura 515).

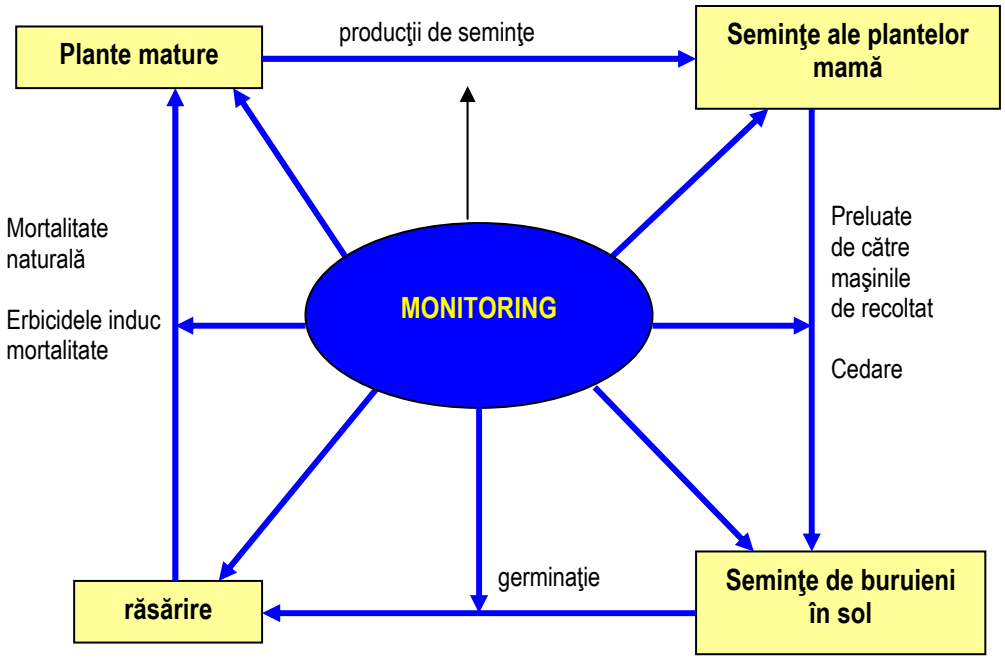


Figura 515. **Ciclul de viaţă al buruienilor anuale** (original)

5. Se alcătuiesc hărţile cu gradul de îmburuienare pornind de la algoritmul pragurilor (decizie) sau al altor sisteme metodologii.

* Data Acquisition and Transmission System (Sistem de achiziţionare şi transmirere a datelor – SATD).

6. Algoritmul pragurilor poate duce în timp la doze mai mari de erbicide, dacă nu există instrumentarul necesar pentru stropirea numai a petelor superdense cu buruieni (tabelul 140). Utilizarea computerelor şi a automatizării stropirii reduce costurile.

Algoritmul tratamentului pornind de la identificarea şi cartarea tinerelor buruieni a fost alcătuit de noi pornind de la lucrările lui Nordmeyer (2006), Cardina şi colab. (1997) şi Dick şi colab. (2003). El face parte dintr-un program de reducere a pesticidelor în general, şi în acest caz a buruienilor în special.

Procedeul pe care îl prezentăm îndeplineşte acele necesităţi (impuse azi şi de Uniunea Europeană) de a îndeplini cerinţele programului de diminuare a tratamentului cu chimicale de protecţie pe cât posibil până la 85%. Adică 85% din suprafeţe să nu fie tratate cu erbicide. În primii şapte ani de cercetare (1999 - 2005) a putut fi obţinută o reducere a cantităţii de erbicide aplicate de până la 50%, în care caz nu s-au putut determina diferenţe între suprafeţele tratate şi cele netratate.

Un număr de patru state (Germania, Suedia, Norvegia, Danemarca) au răspuns acestui program care are două avantaje majore:

1) Îmbunătăţirea stării ecologice a agroecosistemului prin reducerea presiunii de poluare:

$$PP = \frac{Suprafaţă\ tratată}{Total\ suprafaţă\ asolament\ fermă}$$

Dacă Pp < 1 lucru care se întâmplă atunci când suprafaţa tratată este mai mică decât cea totală, Uniunea Europeană acordă puncte programului de plăţi pe suprafeţe, puncte transformabile în premii.

2) Costurile cu preţul produsului se reduc. Se face economie de erbicide.

Există şi un dezavantaj care în spaţiul românesc devine major, şi anume costurile ridicate ale aparaturii de monitorizare şi tratamente în pete (pesticide).

Un al doilea dezavantaj chiar faţă de programul anterior bazat pe monitoringul seminţelor de buruieni este acela că în acest caz aplicabilitatea lui este posibilă numai după răsărirea buruienilor (nu permite tratamente în premergenţă).

Există foarte multe detalii care trebuie puse la punct şi care nu încap în această carte, dar sumar algoritmul se prezintă astfel:

(1) **Un monitoring** (monitorizarea) responsabilă a speciilor de buruieni care răsar în locaţia studiată: 2 parametri sunt foarte importanţi:

a) specia
b) densitatea
amândouă la T1 = maxim de răsărire şi de toleranţă a culturii

Tabelul 141

Pierderea de producţie în coroane daneze/ha

(După www.uni-Hohenheim.de) – original. Christiansen şi colab., 2003

Anul	Pragul	Computer	Sursă Document Automatizare şi Protecţie
1	171	207	38
2	175	195	16
3	184	186	18
4	190	177	17
5	196	168	17
6	197	161	17
7	204	153	17
	1317	1247	140

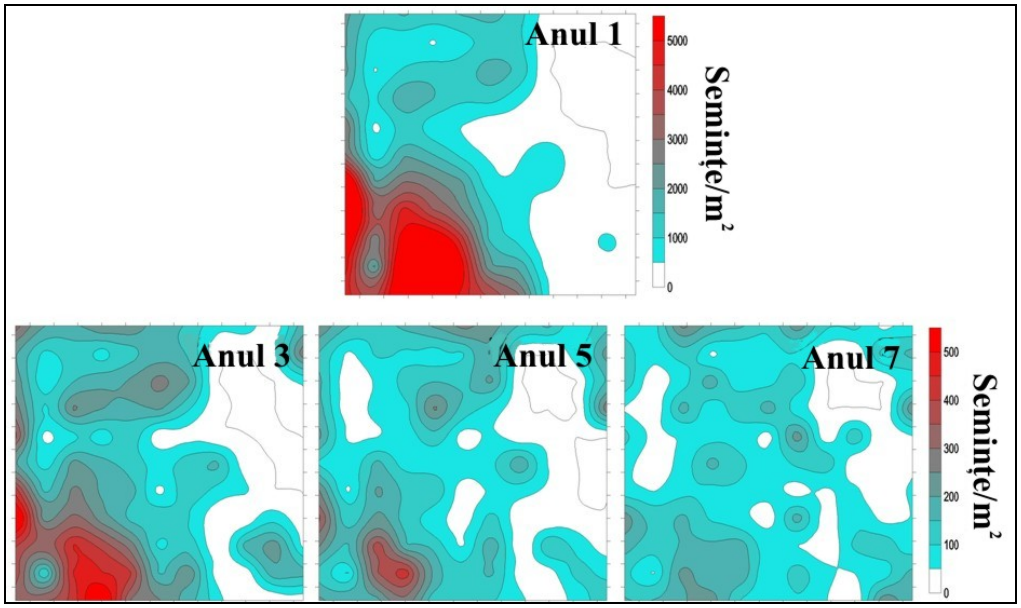


Figura 516. **Decizia în algoritmul pentru stropirea în pete – parţial suprafeţe** (Gerhards, 2010)

Aceste date se pot obţine prin parcurgerea teritoriului cu GPS-ul şi a unui computer programat pentru acest lucru. Procedeul este însă scump ca timp şi bani şi de aceea se recurge la procese tehnice de recunoaştere automată, cum

ar fi sisteme de senzori optoelectronici (Biller, 1997) sau sisteme cu analiză digitală a fotografiilor (Gerhards şi colab., 2003) în combinație cu un procedeu potrivit de aplicare a erbicidelor (soft pentru analiză a fotografiilor).

Într-o lucrare separată vom prezenta detalii atât asupra sistemelor optoelectronice cât şi asupra analizelor foto. Din punctul nostru de vedere, acestea din urmă sunt mult mai indicate pentru că ne pun la dispoziție fotografiile în dinamică a buruienilor, care se pot separa imediat de plantele de cultură, se compară automat cu pragurile de nedăunare economică şi se poate lua decizia asupra lansării sau nu a tratamentului pe suprafețele necesare a-l primi.

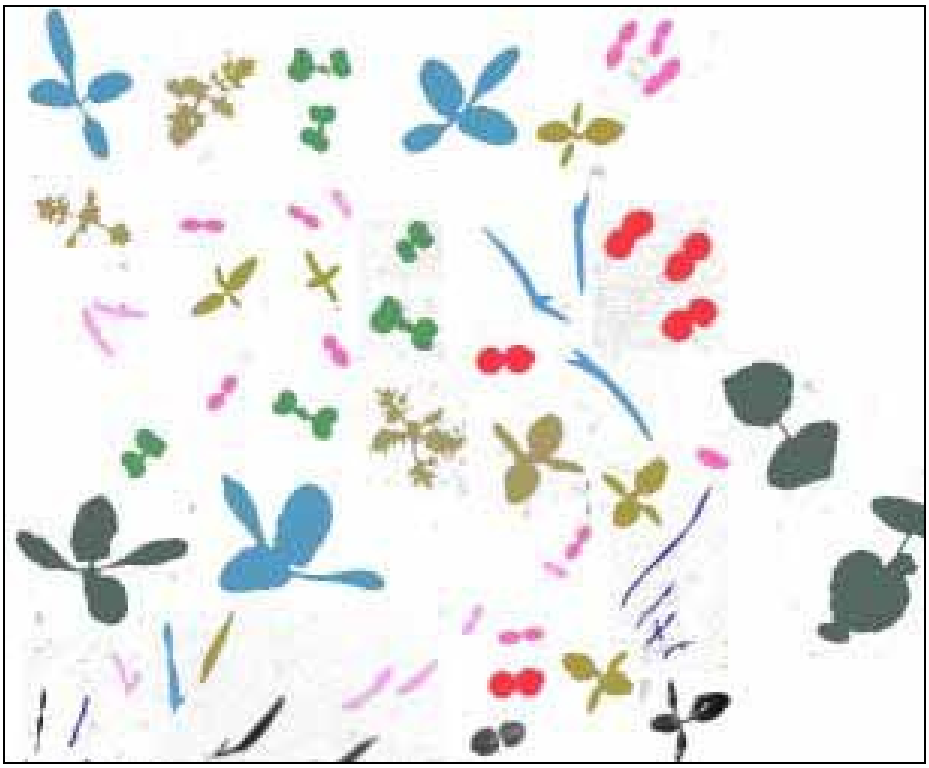


Figura 517. **Clasificarea buruienilor în raport cu planta de cultură utilizând tehnica analizei digitale** (Weiss şi colab., 2007, citaţi de Gerhards, 2010)

(2) **Alcătuirea hărților** se poate face cu separarea buruienilor monocotile, a celor dicotile şi a buruienilor problemă, cum ar fi *Galium aparine*, foarte periculoasă în culturile de grâu din cauza forței ei de concurență extraordinar de mare, la care se adaugă efectele alelopatice negative (figura 518).

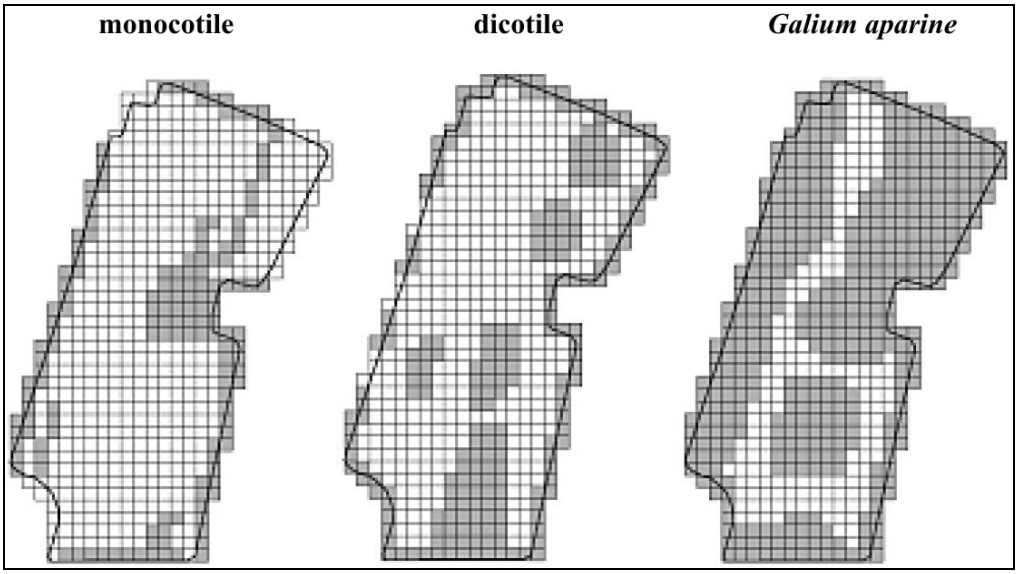


Figura 518. **Hărţi necesare tratamentelor erbicide pentru combaterea buruienilor (Nordmeyer, 2003). Experimentele s-au efectuat la cultura de grâu de toamnă. Ţinând cont de densitatea buruienilor s-au colorat în gri închis acele părţi care depăşesc pragul de dăunare şi care necesită tratamente**

(3) **Lansarea tratamentului:** Maşina de stropit este dotată cu aparatura necesară declanşării jetului atunci când primeşte comanda. Un asemenea set complet de monitorizare, analiză şi decizie este prezentat în figura 520. Între timp el a fost foarte mult îmbunătățit.

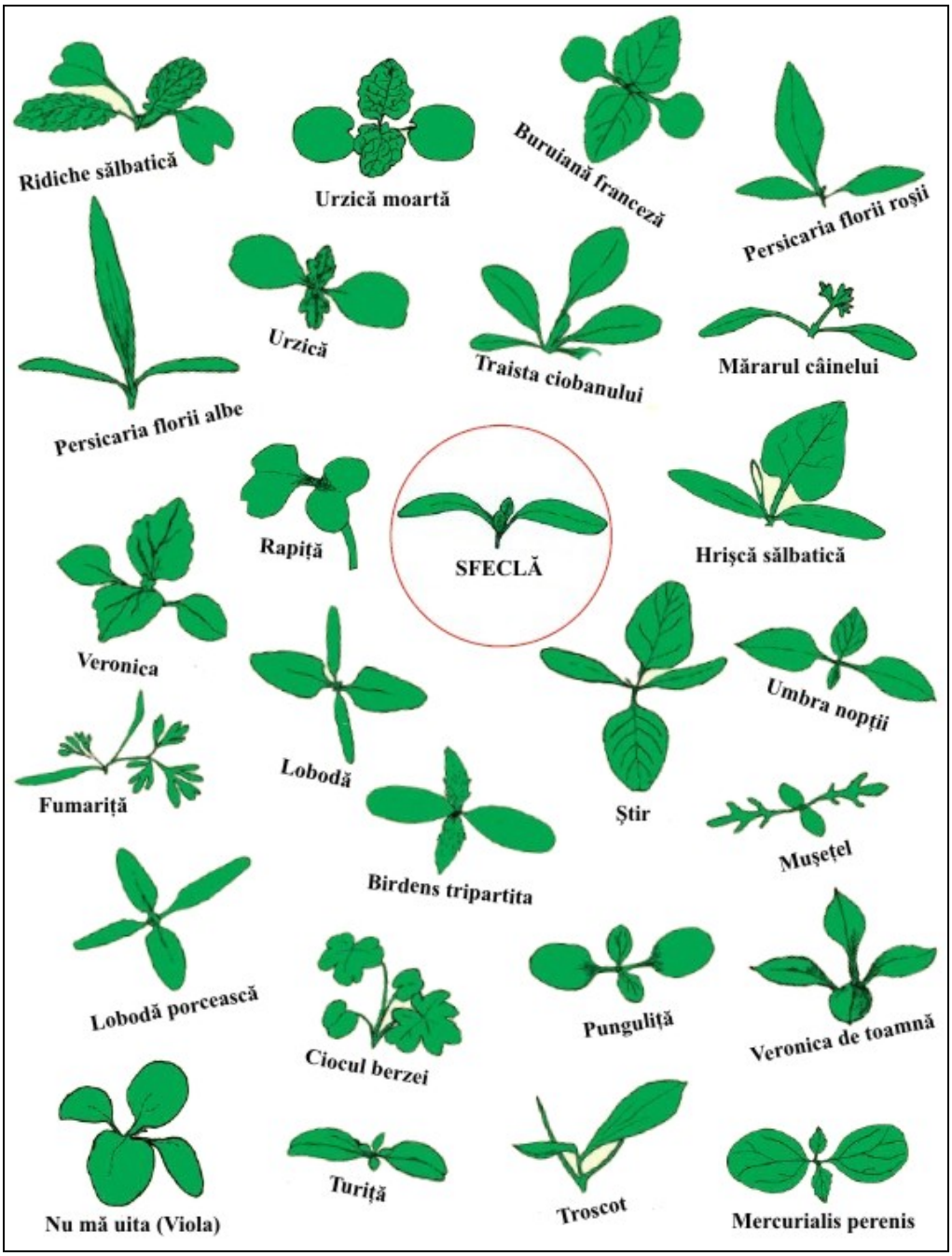


Figura 519. **Buruienile din cultura sfeclei determinate prin tehnica analizei foto digitale servesc ca informaţii pentru aplicarea parţială a erbicidelor** (Gerhard, 2010)

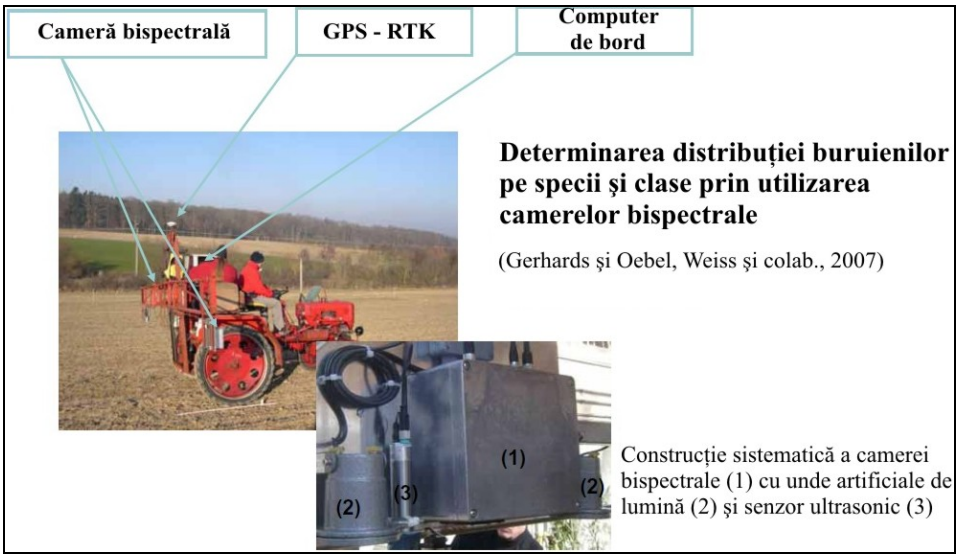


Figura 520. **Dispozitiv dotat cu aparatura necesară numirii buruienilor, separării lor pe clase şi specii, şi lansarea tratamentelor în funcţie de pragul de dăunare fixat**

Este cunoscut că îmburuienarea culturilor depinde de extrem de numeroşi factori, iar ceea ce determină şi analizează noile sisteme include şi efectul acestor factori. În figura 521 de exemplu dispunem de o analiză a speciei *Alopecurus myosuroides* (Gerhard, 2010) în funcție de asolament într-un câmp experimental de la staţiunea Dikopshof, Germania (1997 - 2001).

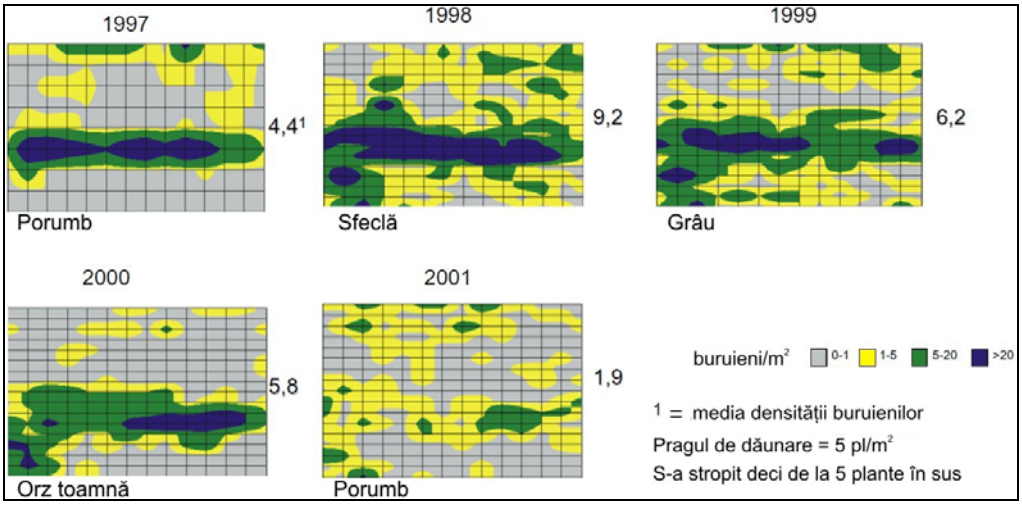


Figura 521. **Dinamica spaţială şi temporală a speciei de *Alopecurus myosuroides*, prezentată sub formă de pete într-un asolament de 5 ani (Staţiunea de cercetări Dikopshof, Germania -1997 - 2001)** (**Sursa:** Gerhard, 2010)

Dinamica speciei arată că în asolament este favorizată de sfecla de zahăr, grâu şi orz şi defavorizată de porumb. Cum pragul de siguranţă a fost stabilit la 5 plante/m^2, cele mai mari suprafeţe din întreaga cultură au fost tratate în 1998 (sfeclă), în 1999 (grâu), în 1997 (porumb) şi 2000 (orz) iar cele mai mici cu porumb în 2001.

Nivelul actual al tehnicii (nivelul 3) permite obţinerea şi a unor hărţi de îmburuienare de tip georeferenţial, concomitent cu stabilirea pragului de combatere şi dozele de produs erbicid necesare. Este elaborat, de asemenea, şi necesarul de soluţii pentru atingerea obiectivului unei bune combateri pe suprafeţele acceptate a fi tratate (figura 522) iar tehnica utilizată la acest nivel tehnologic (nivel 4) este prezentată în figura 523.

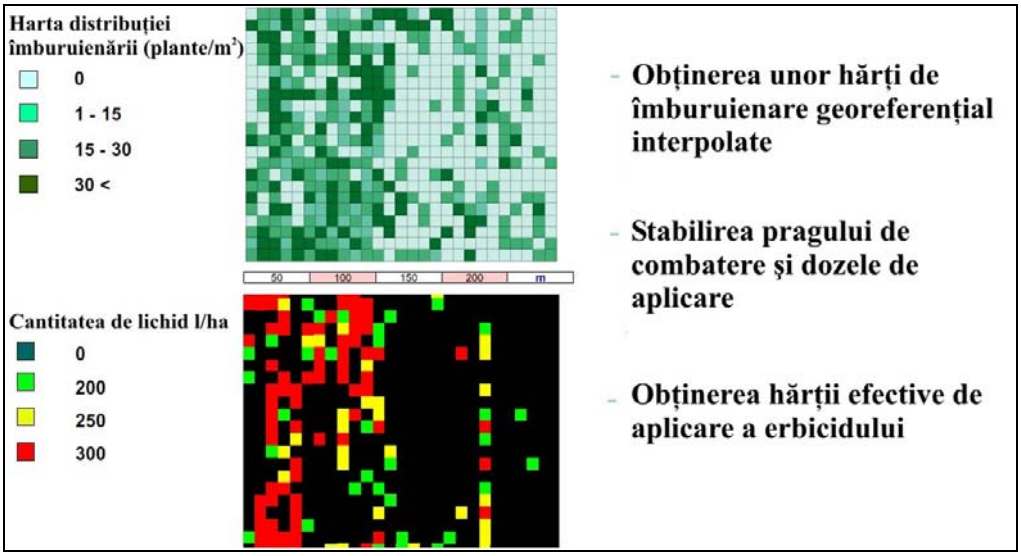


Figura 522. **Nivelul 3 al tehnicilor de aplicare specific parţială a erbicidelor**

Este evident că prin suprapunerea acestor hărţi se obţine interpolarea pentru un număr foarte mare de specii. Conform lui Oebel (2006) cantitatea medie de erbicid economisit s-a situat între 40 şi 90% cu o medie de 65% şi o presiune de poluare de 0,35, ceea ce oferă fermierului garanţia pentru un punctaj maxim în efortul lui de ecologizare a agroecosistemului din fermă.

Printre rezultatele impresionante înregistrate cu aceste modele revenim la cele ale lui Christiansen (2005). El a efectuat o sinteză la nivel european din care reiese că economia de erbicide la diferite culturi se situează între 0 - 98%. În 59 de cercetări efectuate în Europa s-a constatat reducerea cantităţilor de erbicide cu 39% (tabelul 142), ceea ce este un fenomen remarcabil, mai ales că

în unele situații s-au înregistrat eliminări ale tratamentelor de până la aproape 100%. Dacă ne referim la comportarea acestei moderne tehnologii în raport cu felul buruienilor implicate constatăm că tratamentele efectuate pe baza hărților deja alcătuite au condus la următoarele suprafețe rămase netratate şi prin aceasta economisirea corelativă de erbicide:

– monocotile 50%

– dicotile 53%

– *Galium aparine* 49%,

corecte dacă ne gândim că pragurile de nedăunare economică (de combatere) necesită controlul buruienilor fără pierderi care să depăşească costurile.

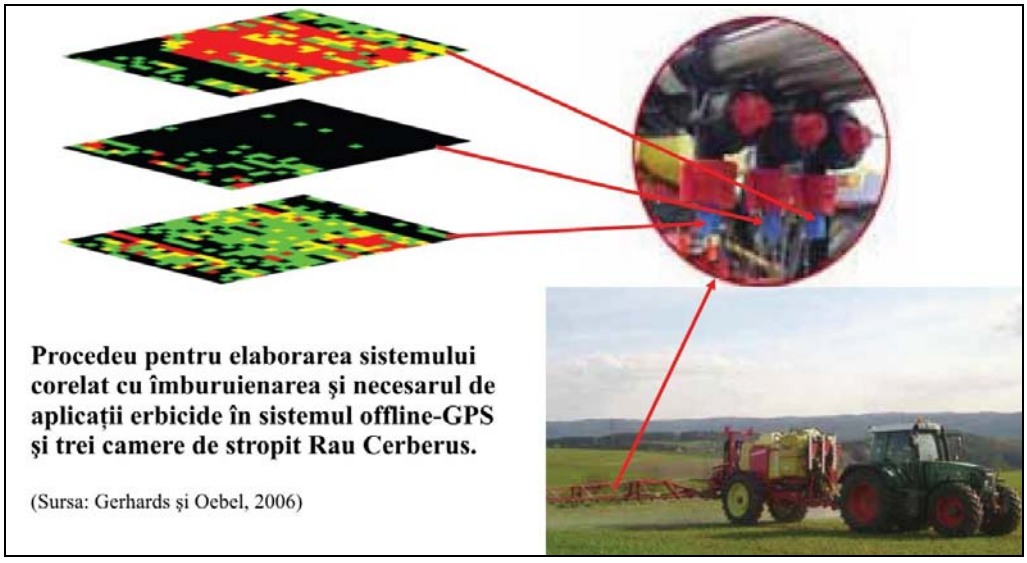


Figura 523. **Aplicarea parţial specifică a erbicidelor folosind nivelul 4 tehnologic**

Tabelul 142

Economisirea de erbicide prin combaterea dirijată şi parțială a buruienilor în funcție de harta de îmburuienare în Europa
(Christensen, 2005)

Nr. crt.	Cultura	Nr. cercetări	Economia de erbicid		
			valori medii	valori minime	valori maxime
1	Triticale	2	23	20	25
2	Sfeclă	2	89	79	98
3	Mazăre	3	32	22	43
4	Orz de primăvară	4	40	13	61
5	Floarea-soarelui	4	57	0	83

Nr. crt.	Cultura	Nr. cercetări	Economia de erbicid		
			valori medii	valori minime	valori maxime
6	Porumb	6	55	3	94
7	Grâu toamnă	16	50	13	94
8	Orz toamnă	22	23	0	52
	TOTAL	**59**	**39**	**0**	**98**

Rezultatele tehnico-economice prezentate în acest subcapitol sunt de o importanţă decisivă pentru ceea ce numim agricultura „de mâine", reintensificarea agriculturii prin reinverzirea ei, reducerea inputurilor toxice şi folosirea modelelor naturale, asigurarea producţiei şi a calităţii ei. Rămâne încă deschisă problema cuprinderii în acest sistem a buruienilor perene. Căci dacă buruienile anuale au un ciclu simplu de viaţă, buruienile perene au de regulă un ciclu mult mai complicat (figura 524). Faţă de acestea cercetarea are următoarea atitudine:

- Buruienile perene care apar din semințe pot fi supuse aceluiaşi regim de monitorizare şi control ca şi cele mono sau dicotile.

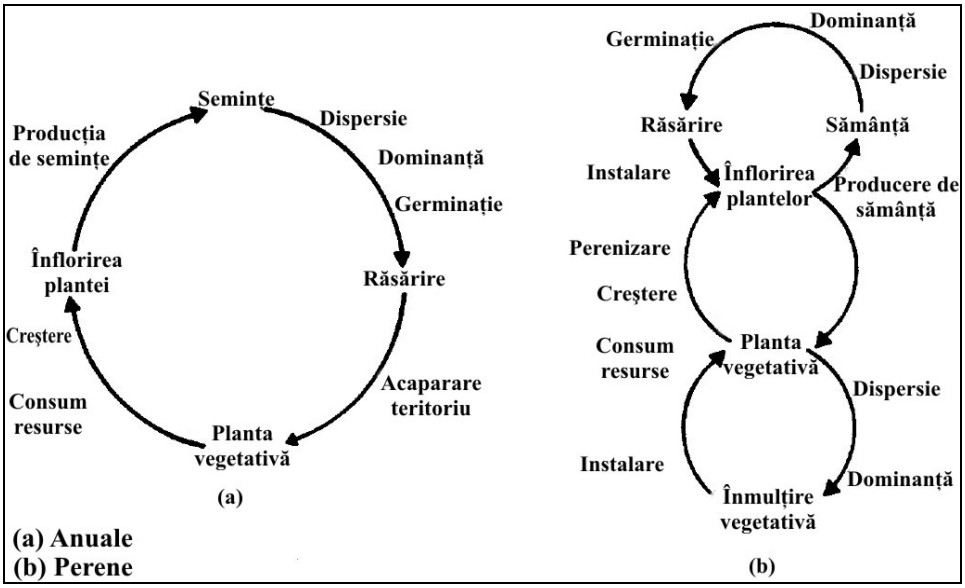


Figura 524. **Ciclul de viaţă al buruienilor**
(**Surse:** John Willey and Sons, Lts., Chickester, UK, 1979)

- Din momentul în care se instalează înmulțirea vegetativă, sistemul tratamentelor poate de asemenea să funcționeze, pentru că înmulțirea vegetativă se face de regulă în vetre. Vetrele de buruieni perene precum

Cirsium arvense sau *Sorghum halepense* pot fi uşor recunoscute de către sistemul GPS – camere – computer. Apariţia lor în fenomenul de concurenţă este însă mult mai târziu decât buruienile anuale, iar pragurile de combatere mult mai mici, de regulă sub 1-2 plante/m^2. Ele pot de asemenea să apară masiv şi ca îmburuienare târzie. În acest caz tratamentele se pot face pe vetre, dar atunci eficacitatea produsului erbicid se corelează cu faza lor de vegetaţie ca şi cu faza de vegetaţie a culturii. Buruienile perene complică mult MIB (managementul integrat al buruienilor) la nivelul fermei, mai ales dacă MIC este deficitar. Înainte de a folosi doze frecvente şi ridicate de erbicide, utilizarea celorlalte metode de control este absolut necesară (asolamente, lucrări ale solului, îngrăşăminte etc.)

13.6.9. Modernizarea tehnicii clasice de stropit

Există şi alte metode de reducere a dozelor, nu numai la erbicide dar şi la alte mijloace de protecţie a plantelor, precum fungicidele sau insecticidele. Important este pentru tehnica clasică de stropit să aducă produsul cât mai aproape sau chiar pe dăunătorul ţintă şi să evite spaţiile neatacate.

Recunoaştem că tehnica de aplicare a evoluat fantastic în ultimii 10 ani, dar suntem obligaţi să recunoaştem, de asemenea, că ea a devenit foarte scumpă pentru ţări ca România în care oficial se acordă o importanţă aproape de zero.

Folosirea computerelor în reglarea dozelor şi a uniformităţii stropitului ca şi al mijloacelor de orientare tip GPS au condus la creşterea substanţială a fiabilităţii instalaţiilor de stropire şi la reducerea cu 20-30% a cantităţii soluţiei de stropit, deşi dozele de erbicide şi alte pesticide n-au putut fi reduse decât cu 5-10% faţă de doza omologată (dacă aceasta a fost făcută corect) (Gazelmeier şi colab., 2008).

Cele mai importante inovaţii au fost realizate în domeniul tehnologiei duzelor, care au ajuns astăzi la performanţe incredibile.

Catalogul german al instalaţiilor de stropit denumite „aparate care reduc pierderile" cuprinde astăzi peste 156 înscrieri de aparate la care reducerea fenomenului de „derivă" (abrift în limba germană) este cuprins între 26-90%.

Actualele omologări de asemenea aparate le găseşte cititorul nostru pe homeopagina Institutului Julius-Kühs (www.jki.bund.de).

Duzele cu senzor de reglare Eco-Reflex produse de firma Wanner şi Müller – Elektronik, realizează în plus şi o mare economie de produse de protecţia plantelor, cuprinsă între 22-64%, vezi figura 525 (după Schmidt K.). Utilizarea duzelor este restrânsă însă cu deosebire la domeniul horticulturii, mai ales la pomi şi vie. Coordonarea prin senzori a aparatelor de stropire se bazează pe doi senzori în formă de U, fiecare cu câte şase senzori – infraroşu

cu închidere-deschidere cu ventil electromagnetic. Asemenea tehnologii vin să completeze paleta celor destinate reducerii duzelor prin aplicarea dirijată în combaterea buruienilor.

Am insistat pe asemenea tehnologii care aparţin viitorului pentru a convinge cititorul nostru că agricultura viitorului poate dispune de resurse nebănuite, care o apropie de sistemele naturale de producţie, fără a putea renunţa la pesticide, dar folosindu-le inteligent, şi numai dacă este nevoie, şi când este nevoie.

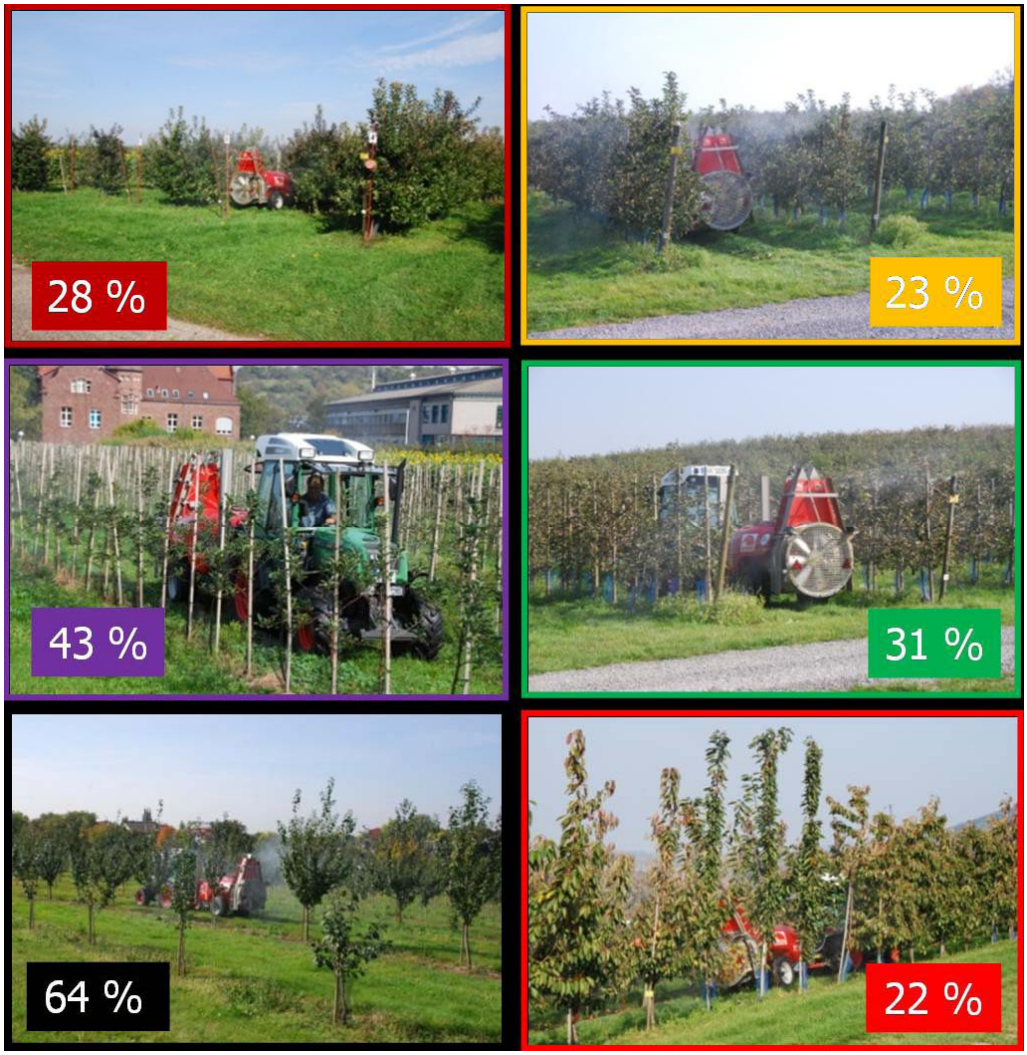


Figura 525. **Potenţialul de economisire a mijloacelor de protecţia plantelor cu ajutorul unor instalaţii de stropit prevăzute cu duze coordonate şi reglate de senzori cu raze infraroşii (Eco-Reflex)** (Foto Schmidt K)

În România tehnologiile de precizie în fermă necesită încă multă cercetare, educare şi profesionalism, care din păcate nu se găsesc în această țară săracă, prin voință politică, dar eminamente agrară prin lipsa industriei.

13.7. CONCLUZII

Elemente ale sistemului de precizie în ferme în domeniul controlului buruienilor

Principiul I

Bunele practici de fermă în niciun caz nu pot rezuma sistemul numai la o verigă tehnologică. Într-o agricultură remodelată pe principii naturale, interacțiunile dintre verigile tehnologice sunt mult mai pregnante decât în agricultura clasică - convențională unde tendința spre industrializare este cu mult mai mare iar relațiile cu originea, cu ecosistemul natural mai reduse.

Bunele practici de fermă în controlul buruienilor pot fi sintetizate în figura 471.

Este de reținut că bunele practici în acest domeniu se împart în următoarele grupe de preocupări:

1. Analiza terenului şi condițiilor pedoclimatice pentru că urmare a rezultatelor analizelor să fie alcătuită o structură a culturilor favorizată prin I_e în concurență cu buruienile.

2. O dată formată structura culturilor care ține şi de cerințele pieței se organizează asolamentul şi se stabilesc lucrările de bază şi de întreținere a solului în funcție de gradul de ecologizare al acesteia.

Atenție!

Formarea structurii culturilor pe termen scurt ținând cont numai de piață, ca de altminteri şi a asolamentului, este o greşeală gravă pe care o fac fermierii noştri. O structură largă însoțită de asolamente la fel de mobile cu o alegere inteligentă a premergătoarei poate conduce la reducerea semnificativă a îmburuienării şi la apropierea sistemului agriculturii de diversitatea naturală inclusiv la nivel de fermă.

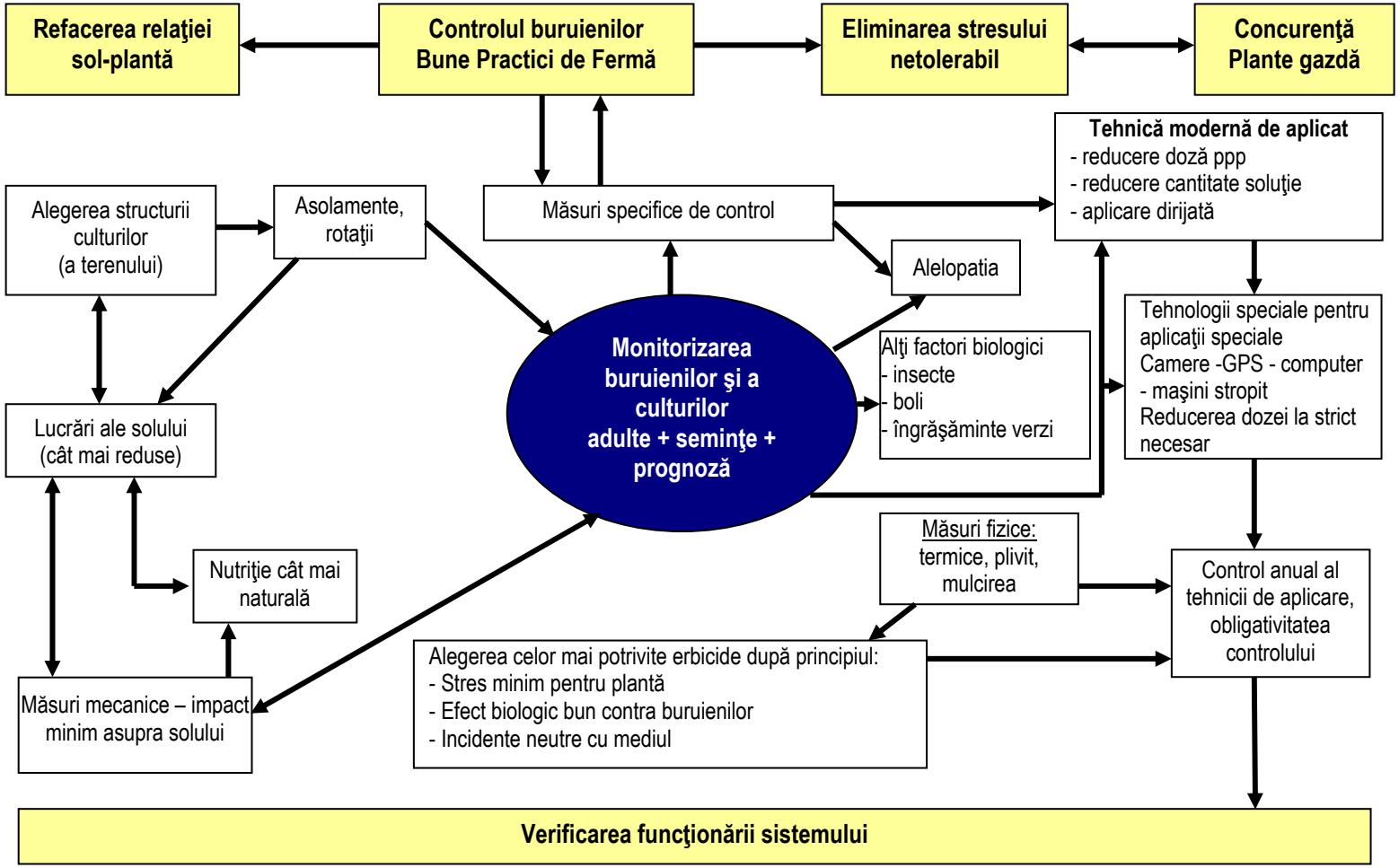


Figura 526. **Schemă simplificată privind aplicarea bunelor practici de fermă în controlul buruienilor** (viziune originală)

În centrul figurii, adică al sistemului de bune practici, se află acțiunea de monitorizare a buruienilor, dar şi a culturilor.

Dacă culturile sunt viguroase, cu o mare forță de concurență, iar buruienile sunt mici şi nu stresează plantele nici ca număr şi nici ca volum sau greutate a biomasei (vezi subcapitolul *Concurența buruienilor*), decizia fermierului va fi una de neefectuare a tratamentului.

În viziunea organizațiilor (departamentelor de protecția plantelor) din cadrul camerelor agricole organizate la nivelul „statelor" din Germania, Austria dar şi Franța (nivel regional), în afara monitorizării pe care fermierul o face zilnic trecând prin cultura sa, serviciile statale regionale fac o monitorizare săptămânală care de fiecare dată vizează următorii parametrii:

a. Diagnoza buruienilor, bolilor şi dăunătorilor (trei departamente însumând 19 specialități cu înaltă calificare).

b. Monitorizarea stării culturii pentru culturi de câmp, legume, pomi şi viță, păşuni şi fânețe, grădini de lângă casă, spații verzi şi îndeosebi terenuri sportive şi de golf.

c. Serviciul de avertizare foarte exact.

d. Serviciul de testare, cercetare şi recomandare a celor mai potrivite pesticide.

e. Serviciul de extensie pentru recomandarea serviciilor integrale.

În total serviciul de protecție a plantelor de pe lângă Camera de Comerț Nordheim – Westfalen, numără 104 angajați, conduşi de un profesor universitar, şi anume renumitul profesor Böhmer Bernard. Toate cele 18 landuri şi sublanduri din Germania au practic aceeaşi componență.

Dinamica diagnozei buruienilor, care niciodată nu s-a făcut în România începe cu identificarea botanică a buruienilor, densități, ritm de creştere, indici de concurență, avertizare, testarea şi alegerea celor mai bune pesticide şi recomandarea lor dacă este nevoie. Se urmăreşte, de asemenea, respectarea dozelor, abdriftul (adică răspândirea soluției de stropit în afara spațiului de tratat), se verifică anual sau la 2 ani o dată calitatea maşinilor de stropit şi în mod deosebit uniformitatea livrării de către duze a lichidului de stropit.

Menționăm că optimizarea tehnologiilor de interacțiune aduce mari foloase fermierilor, de exemplu:

1. Costuri control buruieni în monocultură grâu 4 ani (Sunt necesare 2-3 tratamente din care unul în toamnă şi unul pentru combaterea îmburuienării târzii).	86 euro
2. Costuri control buruieni în asolament 4 ani la grâu (rapiță - grâu - floarea-soarelui - mazăre)	20 euro
Diferența:	**66 euro = 76%**

Sursa: Experimente proprii pe Platforma Burnasului, Alexandria, 2008.

Nu în egală măsură însă s-a situat nivelul producţiilor şi al calităţii. Grâul după rapiţă a găsit condiţii foarte bune, pentru că rapiţa prin talie şi concurenţă înăbuşe bine buruienile, care nu mai ajung la maturitate pentru a lansa seminţe asupra solului. Există, pe de altă parte, şi timp suficient pentru a efectua lucrări ale solului mai puţine şi de mai bună calitate. Gradul de combatere a fost acelaşi în amândouă variantele, circa 92%, însă producţia a fost cu circa 18% în favoarea variantei 2 (asolament) cu plante amelioratoare.

O dată identificate speciile de buruieni în momentul în care se instalează concurenţa care în România rămâne la simpla numărare a speciilor/m^2, şi cunoscându-se pragurile de combatere se trece la alegerea erbicidului necesar. Alegerea erbicidului este o problemă de mare responsabilitate. Există mai multe criterii de selecţie a acestuia, şi anume:

- **Criteriul preţului.** Se alege întotdeauna cel mai ieftin produs, criteriu larg utilizat în România din cauza sărăciei tipice din agricultură. De regulă, sărurile 2,4 D sunt cele mai răspândite erbicide la grâu. Fiecare cultură are însă un produs care este „cel mai ieftin" şi acela este cel mai folosit. În opinia noastră, selecţia erbicidului ar trebui să se înfăptuiască după criteriile din figura 527. Din motive de spaţiu nu vom discuta în detaliu toate criteriile. Câteva dintre ele necesită însă scurte comentarii după cum urmează.

Din punct de vedere al ***modului de acţiune*** distingem:

a) **Erbicide de contact** care distrug numai ţesutul plantelor cu care vin în contact. În general ele au o acţiune rapidă. Sunt însă mai puţin sau chiar neeficiente pentru buruienile perene, care se refac repede din drajoni, rizomi sau bulbi.

b) **Erbicide sistemice**. Sunt translocate în întregime în plante, fie prin frunze ca urmare a aplicaţiilor foliare, fie prin intermediul rădăcinilor, dacă erbicidele s-au aplicat la sol. De aici ele sunt aplicate în lăstari, frunze, vârfuri de creştere etc. Ele sunt capabile să controleze buruienile perene, printr-o acţiune lentă, dar cu mult mai mare, mai eficientă decât în cazul erbicidelor de contact.

Din punct de vedere al ***modului de aplicare*** distingem:

a) **Erbicide de aplicat la sol** - preluate prin rădăcini şi/sau hipocotil în două variante.

a1) Înainte de semănat încorporate. Se aplică pe sol şi sunt încorporate apoi mecanic cu diverse maşini (discuri, cultivatoare, gruber etc.).

a2) După semănat, dar înainte de răsărire, denumite şi erbicide preemergente, şi care atacă buruienile în perioada de germinat şi răsărire. Selectivitatea în acest caz poate fi şi una de poziţie (Lenuron, Alachlor etc.).

b) **Erbicide postemergente,** se aplică după ce cultura a răsărit, ca de altminteri şi cea mai mare masă din buruienile ce trebuie controlate.

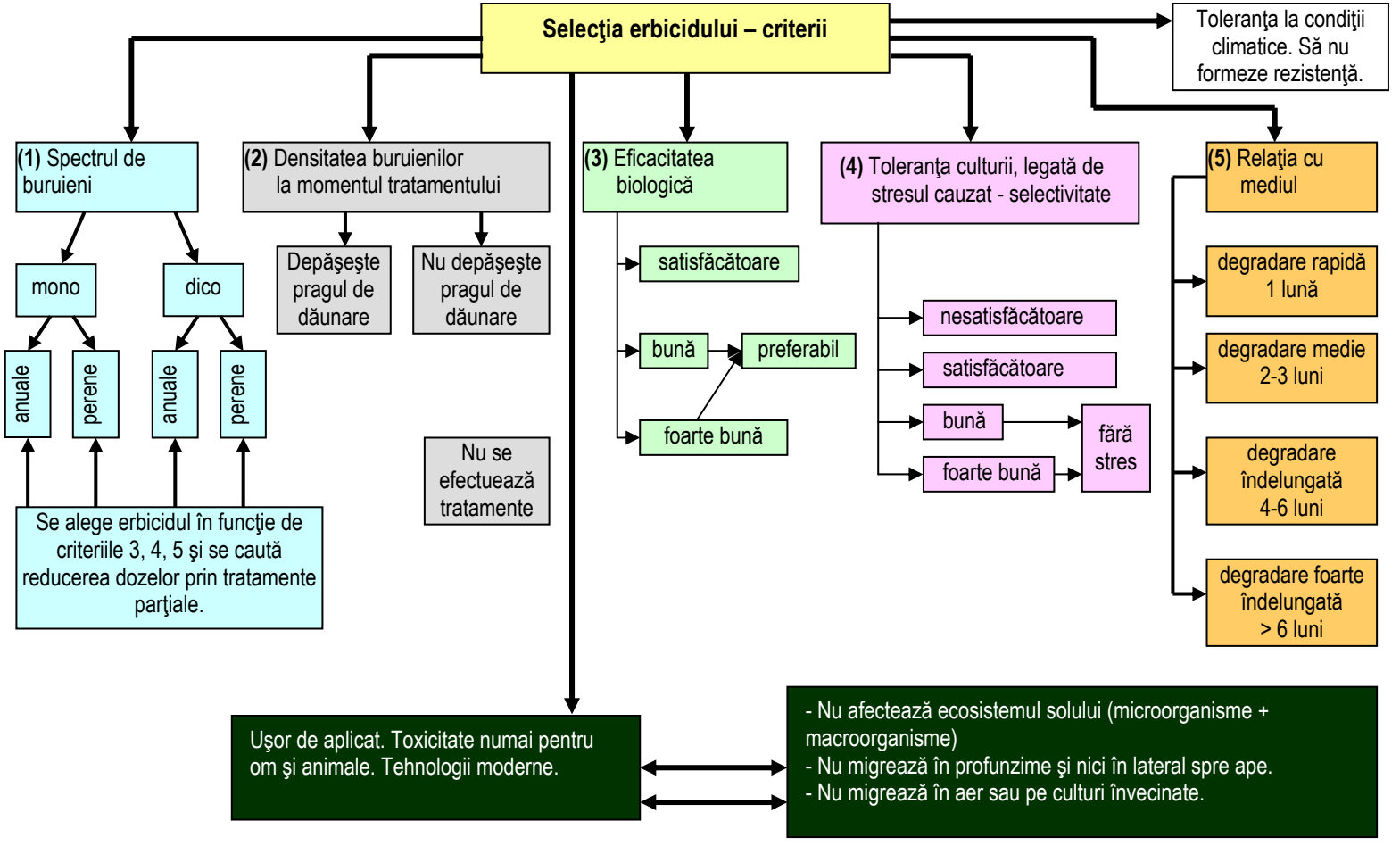


Figura 527. **Schemă privind principalele criterii de selecţie a erbicidelor** (viziune personală)

Este important de reținut că în alegerea erbicidelor suntem obligați în diverse situații să ținem cont şi de mecanismul de acțiune. Mecanismele de acțiune pot conduce, mai devreme sau mai târziu, la apariția fenomenului de rezistență. În cele ce urmează punem la dispoziția cititorului principalele mecanisme de acțiune asupra buruienilor în clasificare HRAC (Herbicide Resistence Actiona Committee – 2009).

13.7.1. Clasificarea erbicidelor în funcţie de modul lor de acţiune

Fiecare cercetător de specialitate ştie, iar fiecare consultant şi în final agricultor (fermier) ar trebui să ştie că un erbicid este cel mai bun atunci când combate foarte bine şi buruienile specifice rezistente. Sunt foarte multe, vom da şi câteva exemple, problema însă ar trebui tratată într-o carte, într-un material special, pentru că ele necesită un management special. Clasificarea erbicidelor (după modul lor de acțiune, efectuată de HRAC şi WSAA (Weed Science Society of America) este punctul de plecare al managementului rezistenței buruienilor la erbicide.

Pentru împărțirea în grupe, cercetătorii au folosit o singură literă, după care urmează explicarea modului de acțiune. De exemplu:

A =	Acc-ase inhibitor =	inhibiţia respectiv blocarea enzimei acetil CoA carboxylase, care favorizează primul pas al sintezei lipidelor. Pirn inhibarea acestei enzime este afectată producerea membranei celulare în mecanismele plantelor gramineae.
B = A =	ALS inhibitor =	inhibarea sau blocarea formării şi acţiunii acetolactazei (acetolactatisynhase) [ALS]. Ori, aceasta este implicată în sinteza aminoacizilor cu lanţ ramificat cum ar fi: valină, leucină şi izoleucină. În consecinţă intră în suferinţă însăşi formarea ADN.
G =	EPSPS inhibitor =	EnolPyruvylshikimate 3 - Phisphate Synthase. Este activă şi sinteza altor aminoacizi precum triptofan, fenilalanină şi tirosină. Glifosatul inhibă EPSPS, atât la graminae cât şi la dicotile, anuale sau perene. El este însă repede inactivat în contact cu solul.
O =	auxine sintetice	Sunt produse care au inaugurat era ebicidelor organice încă din 1940 după lungi studii asupra auxinei ca regulator de creştere. Auxinele sintetice urmează hormonii plantelor. Locul lor de acţiune este membrana celulară şi au o eficacitate bună în controlul buruienilor dicotile. 2,4 D este un erbicid sintetic de tip auxine.

C3 = C1 = C2 =	inhibitori ai fotosistemului II	Este redus fluxul de electroni de la apă către NADPH2+, pasul fotochimic în fotosinteză. Proteina D1 este plasată pe sistem captator şi elimină posibilitatea legării quinone pe acest amplasament. Rezultatul constă în dirijarea fluxului de electroni către moleculele de clorofilă, unde are loc o oxidare în exces, cu distrugerea moleculelor de clorofilă. Triazinele şi derivaţii ureici sunt inhibitori ai fotosistemului II (vezi şi Nuasi Gong şi colab., 1991).
D =	inhibitori ai fotosistemului I	Inhibitorul sustrage electronii de la calea lor normală prin Fcs - FdX - NADP şi îi orientează spre descărcarea lor în oxigen. Ca rezultat apare de-acum cunoscutul POS (Reactive Oxigen Species). Oxigenul în exces nu este tolerat de către celule, care mor şi cu ele şi buruienile. Aici intră erbicidele bipiridinice (Diquat, Paraquat).

În tabelul 143, HRAC prezintă această clarificare sub formă de litere de la A la Z, iar în sistemul WSSA corespondența în numere arabe de la 1 la 27. Tabelul este actualizat la nivelul anului 2005.

Datele înscrise în tabel se referă la substanțele active. Din ele derivă o multitudine de produse comerciale. Analizele care au fost făcute în spațiul românesc arată următoarele:

a) Există suficiente erbicide pentru controlul buruineilor la grâu, porumb, rapiță.

b) Există un număr mijlociu de produse pentru controlul buruienilor din cultura de floarea-soarelui, sorg, soia, legume, pomi, viță de vie.

c) Există posibilități mici de alegere pentru controlul buruienilor din culturile de mazăre. fasole, bob, plante furajere, păşuni şi fânețe, arbuşti fructiferi etc.

d) Există o slabă preocupare a serviciilor de protecția plantelor în a asigura o asistență profesională agricultorilor privind alegerea erbicidelor în funcție de criteriile prevăzute în figura 527. Lipseşte de asemenea monitorizarea, prognoza, mai ales în relație cu schimburile climatice, foarte dure în ultimul timp. O parte din serviciile care ar trebui oferite de Camerele Agricole nu există pentru că acestea încă nu s-au născut în România. Firmele de specialitate, multinaționalele în special sunt singurele care fac loturi de verificare pentru a-şi promova produsele. O cercetare neutră şi obiectivă la nivelul României nu există, şi de aici şi greutatea selectării celor mai potrivite produse şi metode integrale, pentru practicarea bunelor practici agricole în agricultura României.

Tabelul 143

Clasificarea erbicidelor după locul şi modul lor de acţiune

Grupa HRAC	Locul de acţiune	Familia chimică	Substanţă activă	Grupa WSSA
A	Inhibiţie de acetil CoA carboxylase (ACCase)	Aryloxyphenoxy-propionate 'FOPs'	clodinafop-propargyl cyhalofop-butyl diclofop-methyl fenoxaprop-P-ethyl fluazifop-P-butyl haloxyfop-R-methyl propaquizafop quizalofop-P-ethyl	**1**
		Cyclohexanedione 'DIMs'	alloxydim butroxydim clethodim cycloxydim *profoxydim* sethoxydim *tepraloxydin* tralkoxydim	
		Phenylpyrazoline 'DEN'	pinoxaden	
B	Inhibiţie a acetolactate synthase ALS (acetohydroxyacid synthase AHAS)	Sulfonilureice	amidosulfuron azimsulfuron bensulfuron-methyl chlorimuron-ethyl chlorsulfuron cinosulfuron cyclosulfamuron ethametsulfuron-methyl ethoxysulfuron flazasulfuron flupyrsulfuron-methyl-Na foramsulfuron halosulfuron-methyl *imazosulfuron* iodosulfuron mesosulfuron metsulfuron-methyl nicosulfuron *oxasulfuron* primisulfuron-methyl prosulfuron pyrazosulfuron-ethyl rimsulfuron sulfometuron-methyl	**2**

Grupa HRAC	Locul de acţiune	Familia chimică	Substanţă activă	Grupa WSSA
			sulfosulfuron thifensulfuron-methyl triasulfuron tribenuron-methyl trifloxysulfuron triflusulfuron-methyl *tritosulfuron*	
		Imidazolinone	imazapic imazamethabenz-methyl imazamox imazapyr imazaquin imazethapyr	
		Triazolopyrimidine	cloransulam-methyl diclosulam florasulam flumetsulam *metosulam* *penoxsulam*	
		Pyrimidinyl(thio)benzoate	bispyribac-Na pyribenzoxim *pyriftalid* pyrithiobac-Na *pyriminobac-methyl*	
		Sulfonylaminocarbonyl-triazolinone	flucarbazone-Na propoxycarbazone-Na	
C1	Inhibiţie de fotosinteză prin fotosistem II	Triazine	ametryne atrazine cyanazine desmetryne *dimethametryne* prometon prometryne propazine simazine simetryne terbumeton terbuthylazine *terbutryne* trietazine	**5**
		Triazinone	hexazinone metamitron metribuzin	
		Triazolinone	amicarbazone	

Grupa HRAC	Locul de acţiune	Familia chimică	Substanţă activă	Grupa WSSA
		Uracil	bromacil *lenacil* terbacil	
		Pyridazinone	pyrazon = chloridazon	
		Phenyl-carbamate	desmedipham phenmedipham	
C2	Inhibiţie de fotosinteză prin fotosistem II	Urea	*chlorobromuron* chlorotoluron *chloroxuron* dimefuron diuron *ethidimuron* *fenuron* fluometuron (see F3) isoproturon *isouron* linuron methabenzthiazuron *metobromuron* metoxuron monolinuron *neburon* siduron tebuthiuron	**7**
		Amide	propanil *pentanochlor*	
C3	Inhibiţie de fotosinteză prin fotosistem II	Nitrile	*bromofenoxim* bromoxynil ioxynil	**6**
		Benzothiadiazinone	bentazon	
		Phenyl-pyridazine	pyridate *pyridafol*	
D	Fotosistem-I-electron sustragere	Bipyridylium	diquat paraquat	**22**
E	Inhibiţie a protoporphyrinogen oxidasei (PPO)	Diphenylether	acifluorfen-Na bifenox *chlomethoxyfen* *fluoroglycofen-ethyl* fomesafen *halosafen* lactofen oxyfluorfen	**14**
		Phenylpyrazole	*fluazolate* pyraflufen-ethyl	

Grupa HRAC	Locul de acţiune	Familia chimică	Substanţă activă	Grupa WSSA
		N-phenylphthalimide	cinidon-ethyl flumioxazin flumiclorac-pentyl	
		Thiadiazole	fluthiacet-methyl *thidiazimin*	
		Oxadiazole	oxadiazon oxadiargyl	
		Triazolinone	azafenidin *carfentrazone-ethyl* *sulfentrazone*	
		Oxazolidinedione	*pentoxazone*	
		Pyrimidindione	*benzfendizone* butafenacil	
		Other	*pyraclonil* *profluazol* flufenpyr-ethyl	
F1	Albirea frunzelor Inhibiţia biosintezei carotenoizilor phytoenelor fază de desaturare (PDS)*	Pyridazinone	norflurazon	**12**
		Pyridinecarboxamide	diflufenican picolinafen	
		Other	beflubutamid fluridone flurochloridone flurtamone	
F2	Albire. Inhibiţiea 4-hydroxyphenyl-pyruvate-dioxygenase (4-HPPD)	Triketone	mesotrione sulcotrione	**27**
		Isoxazole	*isoxachlortole* isoxaflutole	
		Pyrazole	benzofenap pyrazolynate pyrazoxyfen	
		Other	*benzobicyclon*	
F3	Albire. Inhibiţia biosintezei carotenoizilor (ţintă	Triazole	amitrole (in vivo inhibition of lycopene cyclase)	**11**

* x = Phytone desaturase gene (PDS) = gene inhibitoare ale formării biosintezei carotenoizilor

Grupa HRAC	Locul de acţiune	Familia chimică	Substanţă activă	Grupa WSSA
	necunoscută)			
		Isoxazolidinone	clomazone	**13**
		Urea	fluometuron (see C2)	
		Diphenylether	aclonifen	
G	Inhibiţia EPSP synthetasei	Glycine	glyphosate *sulfosate*	**9**
H	Inhibiţia glumeine synthetasei	Phosphinic acid	glufosinate-ammonium *bialaphos = bilanaphos*	**10**
I	Inhibiţia synthasei DHP (dihydropteroate)	Carbamate	asulam	**18**
K1	Inhibiţia ansamblului de microtubuli	Dinitroaniline	benefin = benfluralin *butralin* *dinitramine* ethalfluralin oryzalin pendimethalin trifluralin	**3**
		Phosphoroamidate	*amiprophos-methyl* *butamiphos*	
		Pyridine	dithiopyr thiazopyr	
		Benzamide	propyzamide = pronamide *tebutam*	
		Benzoic acid	DCPA = chlorthal-dimethyl	**3**
K2	Inhibiţia organizării mitosei/microtubuli	Carbamate	*chlorpropham* *propham* carbetamide	**23**
K3	Inhibiţia VLCFA (inhibiţia diviziunii celulare)	Chloroacetamide	acetochlor alachlor butachlor	**15**
			dimethachlor dimethanamid metazachlor metolachlor *pethoxamid*	
			pretilachlor propachlor *propisochlor* thenylchlor	
		Acetamide	*diphenamid*	

Grupa HRAC	Locul de acţiune	Familia chimică	Substanţă activă	Grupa WSSA
			napropamide *naproanilide*	
		Oxyacetamide	flufenacet mefenacet	
		Tetrazolinone	fentrazamide	
		Other	anilofos *cafenstrole* *piperophos*	
L	Inhibiţia peretelui celular (sinteza celulozei)	Nitrile	dichlobenil *chlorthiamid*	**20**
		Benzamide	isoxaben	**21**
		Triazolocarboxamide	*flupoxam*	
		Quinoline carboxylic acid	quinclorac (for monocots) (also group O)	**26**
M	Degradarea membranei	Dinitrophenol	*DNOC* *dinoseb* dinoterb	**24**
N	Inhibarea sintezei lipidelor, dar nu prin inhibarea ACCasei	Thiocarbamate	butylate cycloate *dimepiperate* EPTC esprocarb molinate *orbencarb* pebulate prosulfocarb thiobencarb = benthiocarb *tiocarbazil* triallate vernolate	**8**
		Phosphorodithioate	bensulide	
		Benzofuran	*benfuresate* ethofumesate	
		Chloro-Carbonic-acid	*TCA* *dalapon* *flupropanate*	**26**
O	Acţiune conform indol acetic acidului (auxine sintetice)	Phenoxy-carboxylic-acid	clomeprop 2,4-D 2,4-DB dichlorprop = 2,4-DP MCPA MCPB	**4**

Grupa HRAC	Locul de acţiune	Familia chimică	Substanţă activă	Grupa WSSA
			mecoprop = MCPP = CMPP	
		Benzoic acid	chloramben dicamba TBA	
		Pyridine carboxylic acid	clopyralid fluroxypyr picloram, triclopyr	
		Quinoline carboxylic acid	quinclorac (also group L) quinmerac	
		Other	benazolin-ethyl	
P	Inhibiţia transportului de auxine	Phthalamate Semicarbazone	naptalam diflufenzopyr-Na	**19**
R	....	...	...	
S	...	...	...	
.	...	...	...	
Z	Site necunoscut Diverse locuri de acţiune	Arylaminopropionic acid	Flamprop-M-methyl /-isopropyl	**25**
		Pyrazolium	difenzoquat	**26**
		Organoarsenical	DSMA MSMA	**17**
		Other	*bromobutide* *(chloro)-flurenol*	
			cinmethylin	
			cumyluron	
			dazomet	
			dymron = daimuron *methyl-dimuron=* *methyl-dymron* *etobenzanid* fosamine *indanofan,* metam *oxaziclomefone* *oleic acid*	
			pelargonic acid pyributicarb	

(**Sursa:** HRAC, 2005; www.hracglobal.com)

* *
*

În acest material cititorul nostru nu va primi informaţii despre aplicarea specifică a erbicidelor pe specii de culturi. Acestea pot fi găsite în cartea noastră MANAGEMENTUL INTEGRAT AL BURUIENILOR, Editura Ceres 2004. O nouă ediţie va apărea probabil în 2013.

În paginile următoare vom trata relaţia dintre culturi şi bolile lor (agenţi patogeni) şi vom finaliza această parte a cărţii cu relaţia plantelor de cultură cu principalii lor dăunători.

13.8. PROBLEME PRIVIND CONTROLUL BOLILOR ÎN AGRICULTURA VIITORULUI

Definiţie: Prin **boli ale plantelor** înţelegem acele stresuri cauzate acestora de către microorganisme, multe din ele prezente şi în lumea animalelor, şi care reduc valoarea economică, estetică şi biologică la toate speciile cultivate într-o măsură mai mare sau mai mică, în funcţie de rezistenţa organismelor vegetale faţă de acestea.

Patologia vegetală (fitopatologia) este ştiinţa care se ocupă cu natura, cauzele, prevenţia sau controlul şi problemele socio-economice produse de către boli. În cazul bolilor, stresurile cauzate plantelor sunt de natură exclusiv biologică. Principalele boli ale plantelor sunt produse de ciuperci, urmate de bacterii, virusuri, microplasmoze. În Enciclopedia Britanică atacul de nematoizi este trecut tot în rândul bolilor.

13.8.1. Clasificarea bolilor la plante

De la început este necesar să precizăm că, spre deosebire de buruieni care concurează plantele de cultură numai pentru factorii de viaţă planta rămânând fenotipic întreagă, bolile sunt provocate de agenţi patogeni care atacă planta modificându-i integritatea şi fenotipul. Fenomenul este vizibil pentru toţi agenţii patogeni: virusuri, bacterii, ciuperci, microplasme, nematozi.

După simptomele care creează bolile întâlnim următoarele:

1. Producţia de material făinos este un semn al creşterii bolii pe organele verzi ale plantelor (făinările de orice fel).
2. Pustule mici, ruginii, formate din spori care dezvoltă epidemii de rugini pe plante (ruginile grâului şi a altor plante).
3. Pustule care plesnesc, mai mari decât cele ale ruginei.
4. Crustă subţire (rugozităţi) care apar pe organul care este bolnav.
5. Schimbarea culorii, mai mult sau mai puţin faţă de normal.

6. Hipertrofie, creştere anormală, pe întreaga plantă sau numai pe acele organe unde boala este prezentă.

7. Hiperplazie: inhibiția creşterii, cu apariția piticirii, a plantelor atipice.

8. Necroze, moartea celulelor, țesuturilor şi organelor ca rezultat al activității parazitului.

9. Cangrenă. O suprafață moartă în zona cortexului sau tulpinii.

10. Apariția unor pete unsuroase de mană.

11. Pierderea turgescenței prin scurgeri suculente sub formă de picături sau scurgeri.

12. Reuscarea organelor plantelor şi moartea lor.

Aceste simptome nu sunt deloc tipice unei singure boli, ci sunt grupate pe boli al căror atac asupra plantelor poate să fie asemănător.

Este foarte posibil ca fermierul sau agricultorul şi foarte adesea chiar şi consultanții să nu recunoască bolile şi atunci să recurgă la laboratoare de cercetare de specialitate pentru identificarea lor corectă. Absolut toate bolile o dată declanşate produc stresuri uneori mortale plantelor şi unor suprafețe mari de culturi aşa încât tratamentele curative sunt cel mai adesea insuficiente, fiind şi în acest caz necesar un management integrat al bolilor (MIB).

Algoritmul monitorizării bolilor (diagnoza) porneşte de la următoarele cunoştințe: în ecosistemele Terrei, conform unui studiu bazat pe teoria probabilității (FRAC) există circa un milion specii de ciuperci din care însă numai 100.000 sunt cunoscute. Dintre acestea circa 10.000 specii sunt patogeni extrem de periculoşi pentru plante.

(1) Primul pas al algoritmului diagnozei ar fi acela de a identifica prin monitorizarea câmpului, cu instrumente simple, sau cu ochiul liber, ceea ce se poate recunoaşte. Bolile frecvente ale grâului precum făinările, ruginile şi chiar fusarioza pot fi determinate în câmp. Mutantele şi formele de rezistență nu vor fi determinate decât în laborator, care va veni şi cu soluțiile necesare controlului lor.

(2) Laboratoarele fitopatologice, căci aşa sunt denumite ele, în țările dezvoltate sunt dotate cu aparatură modernă, în măsură să determine orice variație sau mutantă a bolilor.

Aceste determinări completează observațiile din câmp şi ne confirmă specia reală care poate ataca o plantă sau o familie întreagă de plante.

Vom arăta în continuare că ciupercile se exprimă şi prin producerea unor enzime sau hormoni care interferează cu cei ai plantei pentru a putea pătrunde mai uşor în celule. În aceste situații, ca şi în cazul bolilor la oameni,

pot fi folosite metode mai scumpe dar mai exacte de natură serologică sau genetică precum:

a) Testul Elisa (Enzyme linked Imuno Sorbent Assay) sau

b) PCR (Polymerase Chain Reaction) metoda biomoleculară de determinare a amprentei genetice foarte specifică fiecărei specii şi mutante. Este folosită cu precădere în instituțiile în care apare o mutantă rezistentă, ce trebuie neapărat identificată.

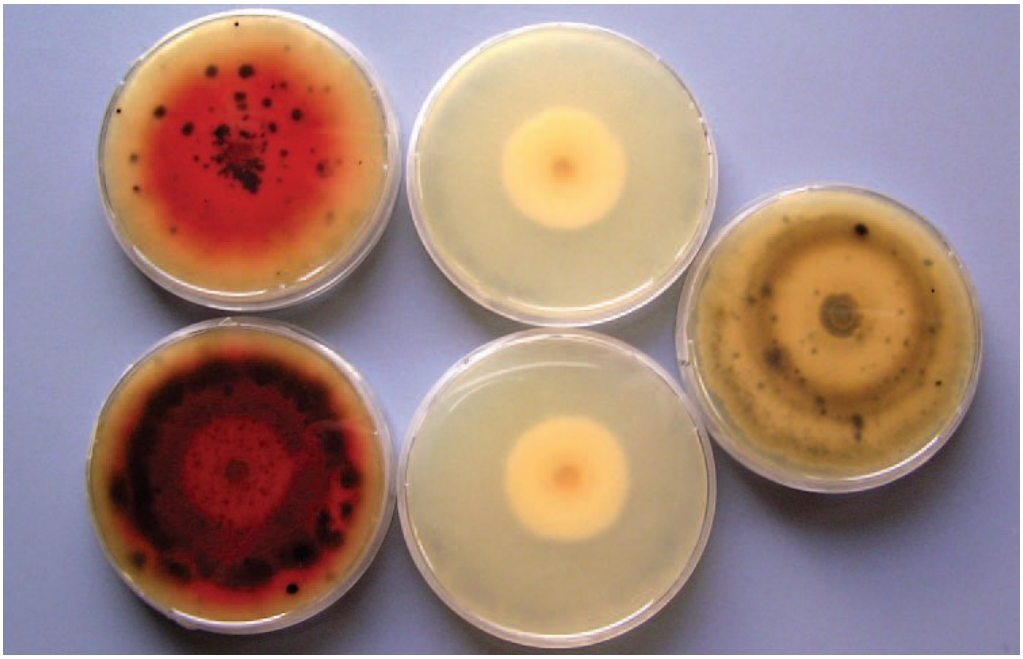


Figura 528. **Diferitele specii de *Colletotrichum* pot să arate extrem de diferenţiat pe culturi nutritive speciale în vase Petry** (**Sursa:** Ulrich R., 2006)

După unul sau mai multe din aceste teste, ciuperca dăunătoare va primi identificare (nume şi prenume în limba latină şi eventual un index dacă este mutantă (de ex. M1), Aici se termină algoritmul identificării. Pentru lucrarea noastră este interesant să cunoaştem comportamentul ciupercilor în relația lor cu plantele, daunele pe care le provoacă şi cum pot fi evitate sau diminuate.

În figura 529 prezentăm o schemă a ceea ce specialiştii internaționali denumesc boli ale plantelor şi care sunt produse de organisme inferioare procariote care în fond sunt bacterii şi parțial protozoarele şi eucariotele, organisme multicelulare în care domeniul cel mai larg este ocupat de ciuperci, dar tot aici sunt incluse alte animale mai mici multicelulare, sexuate sau asexuate.

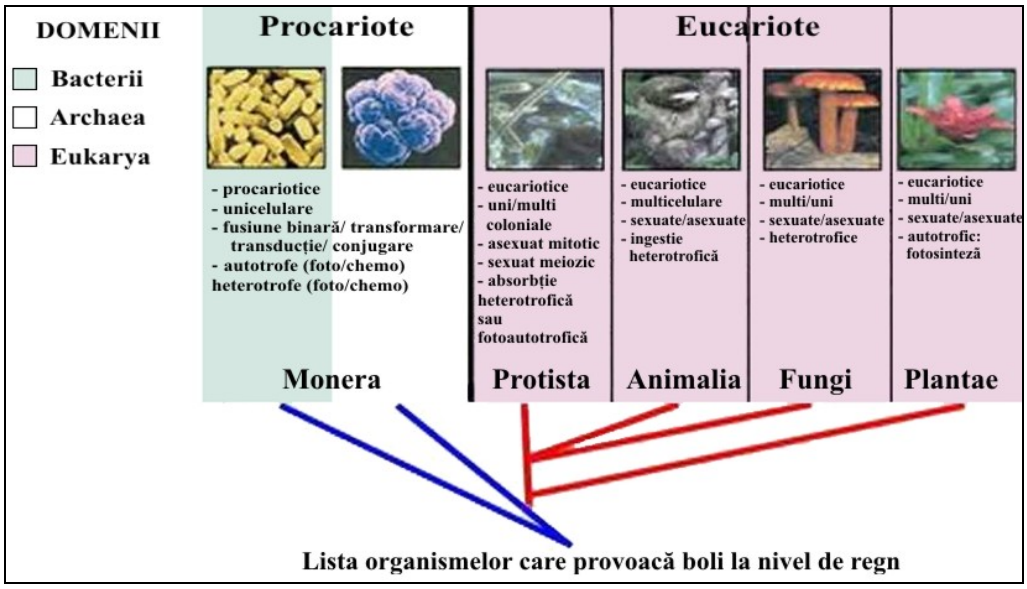


Figura 529. **Domenii şi regnul dăunătorilor pe ciclul evolutiv** (**Sursa:** Presentation FRAC)

Protistele sunt grupuri de organisme organizate simplu sau pluricelular, dintre care ca periculozitate se detaşează sporozoarele, care au hrănire exclusiv heterotrofă, sunt paraziți şi îşi dobândesc nutrienții pe seama altor organisme. Sporozoarele sunt unicelulare, au un ciclu de viață complex care implică şi multe gazde. Exemple de sporozoare: *Plasmodium vivax* şi *Toaxoplasma gondii*. Tot din regnul protistelor face parte şi Genul Oomicete, protozoare, unicelulare şi filamentoase, motiv pentru care multă vreme au fost încadrate în genul fungilor. Prezintă multe însuşiri ale fungilor, cum ar fi absorbția substanțelor în celule proprii prin difuziune, dăunători destul de rar întâlniți. Se hrănesc de asemenea cu materie organică aflată în descompunere. Deosebirea o face peretele celular care nu este alcătuit din chitină ca în cazul fungilor, ci dintr-un amestec de compuşi cululozici şi glican. Printre cele 500 de specii ale genului cunoscute până în prezent se află şi foarte periculoasa *Phytophtora infestans* (mana cartofului), considerată multă vreme o ciupercă periculoasă (vezi figurile 530 şi 531).

Recent, guvernul SUA a acordat sume importante de bani universităților care se ocupă cu cercetarea parazitului pentru a găsi soluții de reducere a riscului extrem de mare indus agriculturii şi îndeosebi culturilor de cartof şi legume de către această boală.

Reamintim că în urmă cu 150 de ani, venită din America, *Phytophtora infestans* s-a cantonat în Irlanda unde în perioada 1939-1942 a cauzat cea mai

mare foamete din istorie: peste un milion de oameni au murit de foame şi peste 1,5 milioane au emigrat. Au existat şi există şi alte boli care provoacă probleme sociale deosebite, mai ales în ţările subdezvoltate, şi care nu beneficiază încă de sumele necesare determinării riscurilor şi a MIB-ului.

a. Sporangin cu spori de *Phytophtora infestans* (mana cartofului). Sursa: www.physorg.com/news

b. *Phytophtora infestans* a atins în ultimul deceniu o agresivitate deosebită formând foarte multe mutante rezistente. Sursa: www.bayercropscience.com

c. Mana pe tubercul. Sursa: www.biolib.cz.c

Figura 530. **Forme de manifestare a oomicetului *Phytophtora infestans* în trei variante posibile. Parazitul este foarte dependent de vreme, are mari posibilităţi de supravieţuire, 2 cicluri de înmulţire şi o mare putere de infecţie. Atacă frunze, tulpini şi tuberculi.**

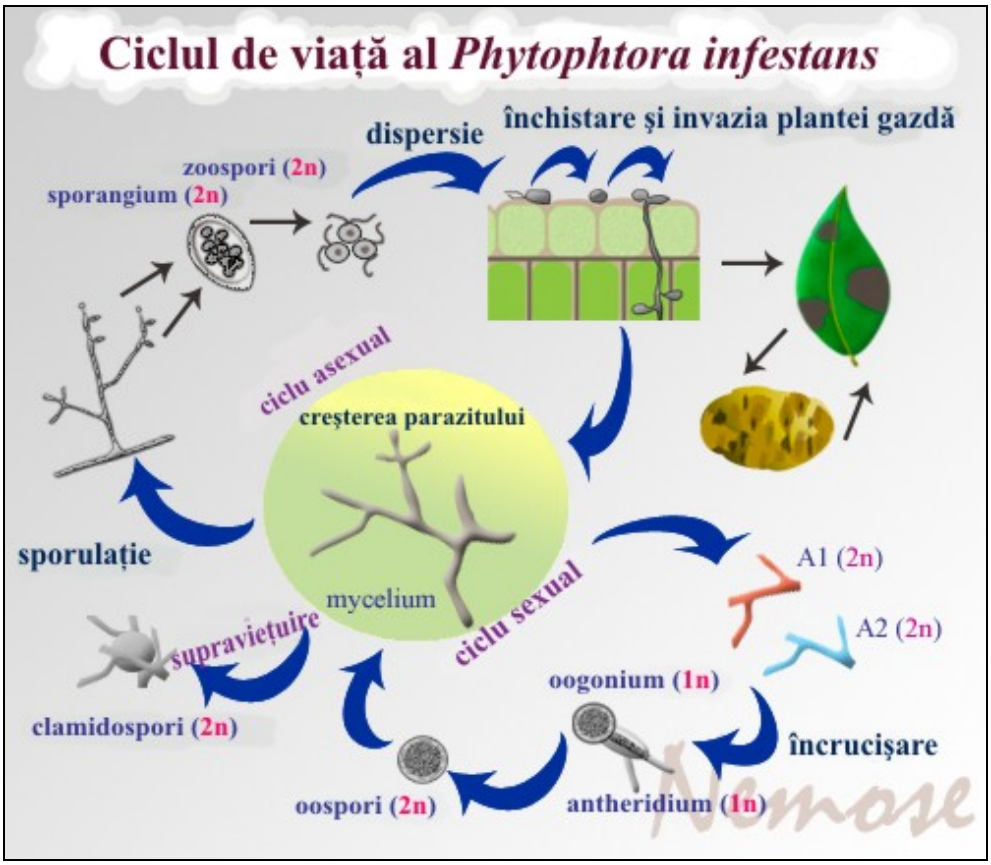


Figura 531. **Ciclul de viaţă al oomicetului *Phytophthora infestans*. Are două cicluri de viaţă, o mare putere de a rezista şi a forma forme de rezistenţă,puterea sa endemică este foarte mare şi favorizată de stres a culturii şi a climei**
(**Sursa:** www.metapatogen.com/phythophtora)

Simplificând, clasificarea făcută mai sus pentru a fi înțeleasă, se obține schema din figura 532.

13.8.2. Mecanismele de acţiune ale bolilor

Sunt specifice pentru că reprezintă rezultatul atacului unor patogeni asupra plantelor. Căile de atac asupra plantelor sunt foarte diferite şi se corelează strâns cu:

- agresivitatea patogenului,
- condițiile climatice,
- mecanismele de rezistență ale plantei gazdă.

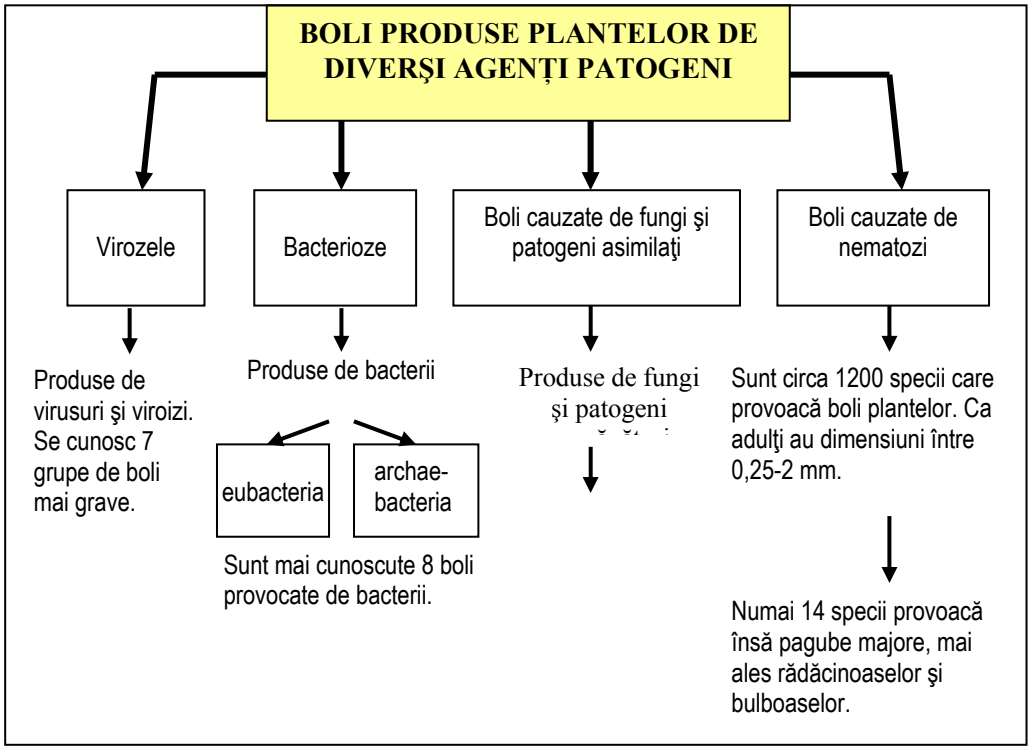


Figura 532. **Clasificarea simplificată a principalelor boli ale plantelor cauzată de principalii agenţi patogeni cunoscuţi** (original)

Suma bolilor şi condițiile de influențare sunt prezentate în așa-numitul triunghi al bolilor (figura 533).

Mecanismele de acțiune ale bolilor se rezumă la 5 categorii, şi anume:

1. Producerea unor enzime de tipul pectinase, celulase, pe care le folosesc pentru a dizolva pereții celulelor şi a pătrunde în interiorul acestora.

2. Producția de toxine în scopul intoxicării celulelor şi slăbirii mecanismelor de apărare.

3. Producerea de hormoni (gibereline) în vederea dereglării funcțiilor de apărare şi facilitatea atacului.

4. O conectare fizică care creează urmare a unor substanțe dizolvante penetrarea şi conductibilitatea în țesuturi.

5. În ultimă instanță, competiția pentru nutrienții pe care plantele gazdă îi produc constituie motivul principal al agresiunii. Competiția are loc însă de o cu totul altă manieră decât în cazul buruienilor.

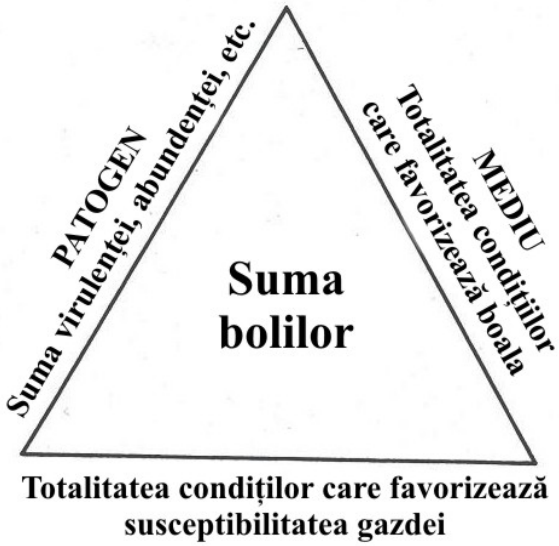


Figura 533. **Triunghiul bolilor** (**Sursa:** Agrios, G.N., 1998)

În anul 1996, John Wiley şi colab. au pus la punct un patrulater al bolii care prin aducerea în discuție a mai multor detalii asupra mecanismelor de acțiune a patogenilor decât triunghiul mai sus prezentat (figura 534). Rezultă că raportul între patogen şi biologic în general este favorizat sau defavorizat de factori complecşi ai mediului (fizici, chimici, biologici), de existența unor plante gazde, secundare pentru paraziții secundari sau etape din viața parazitului, precum şi de predispoziția plantei de a se apăra împotriva dăunătorilor. Căci uneori ni se pare că plantele nu luptă cu patogenii. Aici amintim faptul că există mii de paraziți dispuşi să atace plantele de cultură, dar numai aceia care înşeală prin inteligență vigilența plantelor reuşesc cu adevărat. Infecția nu se face cu uşurință, de cele mai multe ori mecanismele de apărare reuşesc să respingă atacul. Dacă, aşa cum rezultă din figura 534, lipseşte factorul de nutriție pentru cultură, atunci ea este mai puțin viguroasă şi mai uşor cedează atacului patogenului. Acelaşi lucru se întâmplă dacă nutriția nu este echilibrată în elemente nutritive.

Anterior v-am prezentat ciclul de viață al ciupercii *Phytophtora infestans*. În figura 535 vă prezentăm o schemă a ciclurilor de infecție generalizate pentru majoritatea paraziților.

În continuare vom reveni cu câteva exemple puse la dispoziție de cercetare care aduc detalii asupra modului în care diferiți patogeni, mai ales sub formă de fungi îşi pregătesc patogeneza. Produsele pe care le utilizează sunt, de regulă, toxine (Daub. M.E. şi Chung K.R., 2007), dar nu orice toxină,

ci din cele care se fotoactivează. Numele lor este *Perylenequinone* şi sunt produse de un număr important de specii printre care *Alternaria, Cercospora, Cladosporium, Elsinoe* şi *Hipocrella*. Deşi sunt diferite, ele seamănă mult între ele şi extrase au culoarea roşie. Multe dintre ciupercile de pădure, otrăvitoare, conţin şi ele asemenea toxine (figura 536).

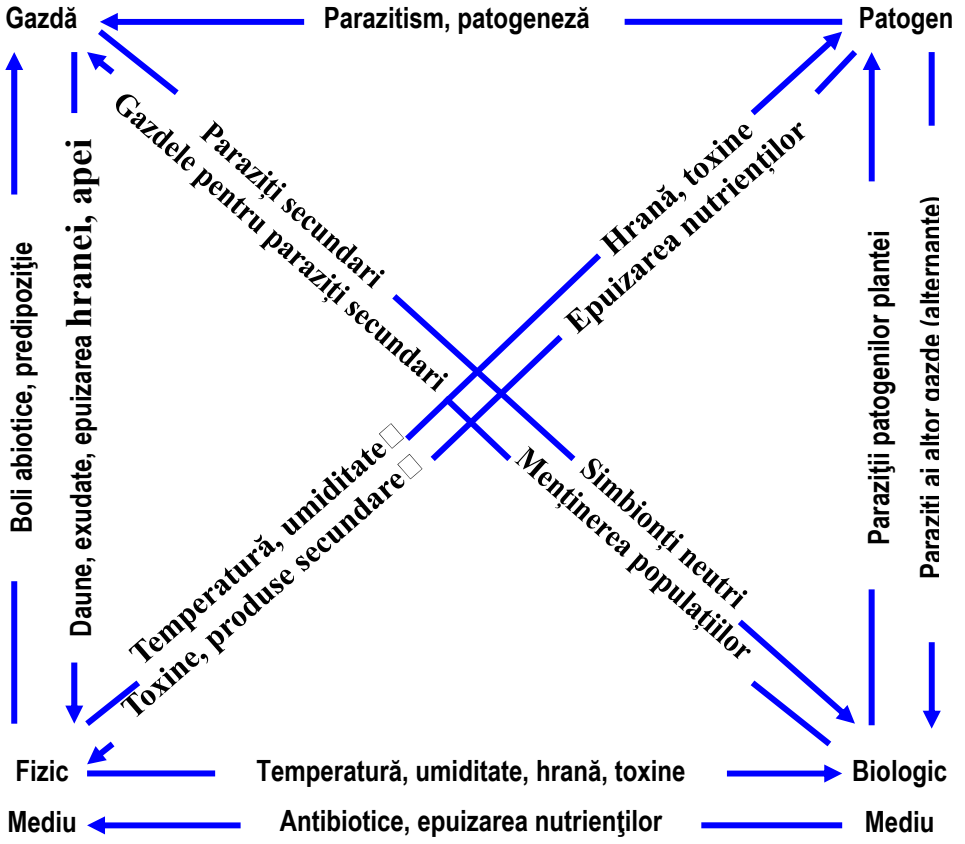


Figura 534. **Patrulaterul bolilor plantelor** (**Sursa:** John Wiley and Sons, 1996)

Hypocorella este toxina cea mai bine studiată şi despre ea ştim că are şi un potenţial farmaceutic ca agent anticancer şi totodată un terapeut fotodinamic al tumorilor. *Cercosporinul* este mai bine cunoscut şi studiat pentru rolul important pe care îl joacă în promovarea epidemiilor de cercospora la diferite plante. În condiţii de întuneric este inactiv. În condiţii de lumină, componenţii absorb energie luminoasă pe care o convertesc într-o activitate energetică a tripleţilor de oxigen (vezi figura 537)

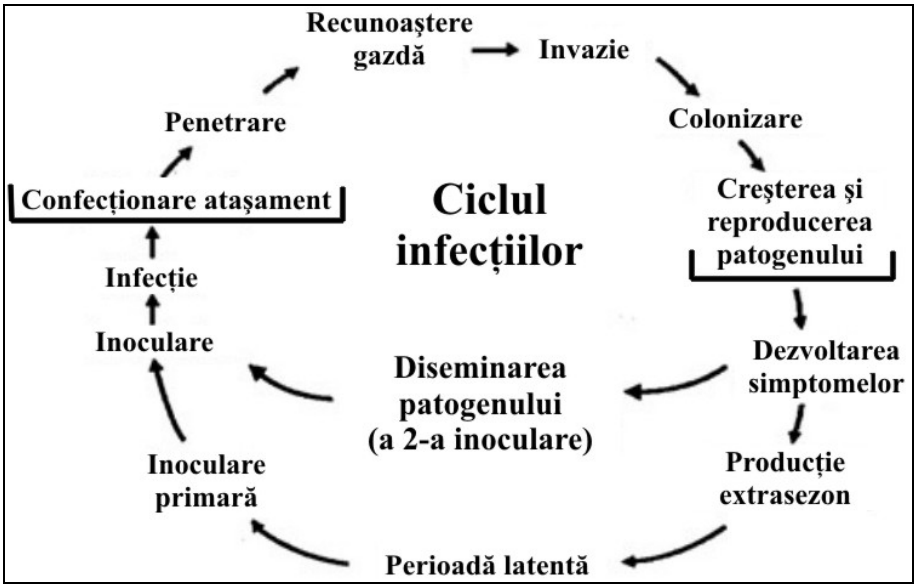


Figura 535. **Stadii ale dezvoltării ciclului bolilor şi ciclul infecţiilor. Parantezele indică subdstadii ale infecţiei (Sursa:** Agrios, G.N., 1998)

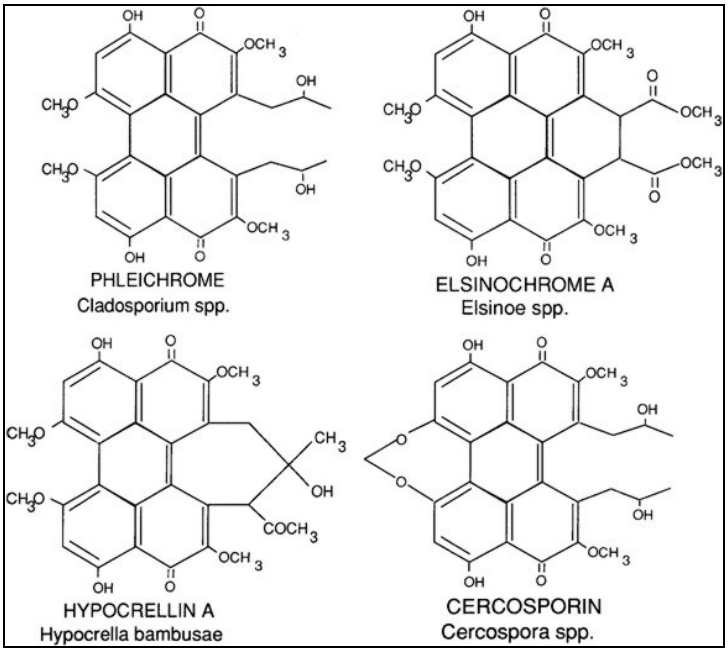


Figura 536. **Structura toxinelor din grupa perylenquinone produse de patogeni fungi** (după Daub. M.E. şi Chung K-R, 2007)

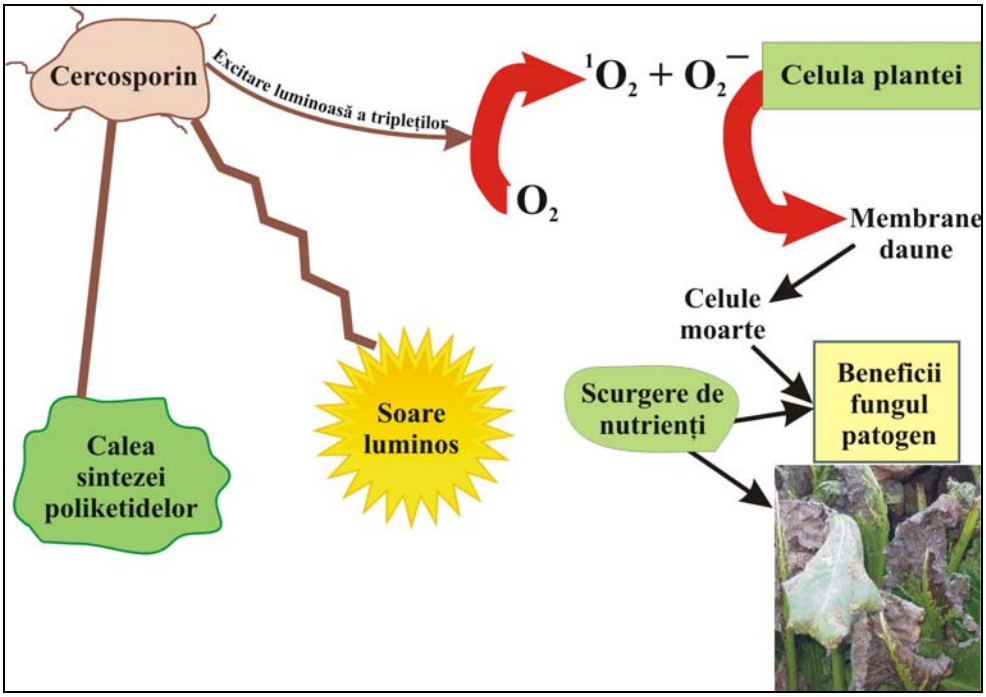


Figura 537. **Modul de acţiune al cercosporinului. Toxina este activată de lumină şi în această stare reacţionează cu oxigenul şi produce oxigenul toxic singural ($^1O_2$) şi superoxidul O_2^-. Producerea de oxigen reactiv conduce la peroxidarea lipidelor în membranele celulelor plantei. Se presupune acum că aceste daune în membrane permit scurgerea nutrienţilor în spaţiul intracelular, ceea ce permite patogenului să colonizeze frunza** (viziune originală)

Acest mecanism de agresiune a fungului este specific mai multor ciuperci, agresiunea prin oxidare având un mare grad de eficacitate, atât frecvența cât şi intensitatea atacului sunt foarte mari. Biosinteza cercosporinului, ca şi a altor toxine, este coordonată genetic, prin rețele complicate în care sunt implicați ionii de Ca^{2+}/Celmodulin şi MAPkinase ca şi cele de derulare la care se adaugă gene regulatoare, gene clustere şi diverşi alți promotori şi regulatori.

Enzimele constituie un alt instrument al ciupercilor pentru a crea breşe în sistemul celular şi cel de apărare al plantelor gazde. Cele mai folosite enzime în acest sens sunt:

– cutinazele,
– pectinazele
– celulazele.

Toate sunt destinate degradării membranei celulare şi scurgerii hranei în spațiul intercelular ocupat de hifele ciupercii. Se favorizează astfel invazia rapidă a plantei.

Polizaharidele sunt produse zaharoase semicomplexe care interferează cu transportul de apă în plante.

Hormonii giberelinele – prin activarea creşterii creează rupturi care permit, de asemenea, scurgerea hranei în spațiile intracelulare.

Din cele prezentate până acum rezultă că ciupercile:

- au o invazie activă prin penetrare
- sunt ecto şi endoparaziți însă nu intracelular, ci numai intercelular.

Bacteriile – nu au o penetrație activă şi, de preferință sunt endoparaziți intercelulari.

Virusurile – folosesc frecvent vectori pentru infecție şi activează în interiorul celulei (intracelular).

Nematozii – penetrează activ şi activează ca ecto şi endoparaziți.

13.8.3. Exemplu de infecţie la făinarea grâului cu ajutorul enzimelor Erysiphae graminis sau Blumeria graminis

Făinarea cerealelor este o boală răspândită la nivel mondial, importantă economic (pierderi de până la 30%), motiv pentru care am ales-o ca model de infestare cu folosirea enzimelor pentru distrugerea celulelor şi invadarea țesuturilor, a spațiilor intracelulare. Prezentăm în continuare o serie de figuri ilustrative.

Figura 538. **Infecţie de făinare *Erysiphae graminis* pe frunzele de grâu Dropia sub formă de pustule înainte de explodarea lor şi eliberarea sporilor. Boala poate fi întâlnită la fel de frecvent şi la orz, arareori la secară** (**Sursa:** www.inra.fr)

În pasul următor sporii se aşază pe frunze după care germinează şi formează un tub de germinație (figura 539).

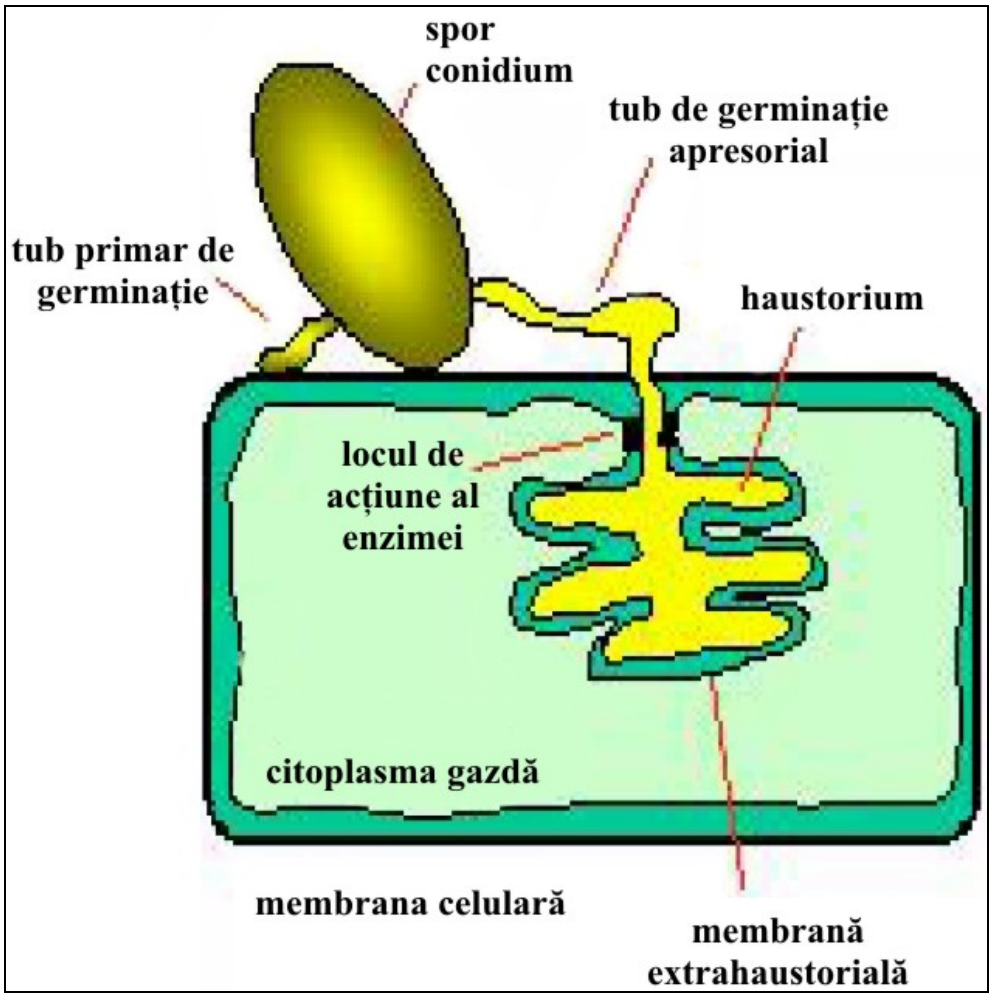


Figura 539. **Fazele infecţiei cu *Erysiphae graminis*** (**Sursa:** Boku, Viena)

Fazele infecției sunt următoarele:

– germinația conidiilor sau a sporilor cu formarea tubului de germinație,

– eliberarea enzimei – eutinazia (factor de patogenitate),

– formarea unui apresorium, un tub îngroşat, de presiune asupra membranei,

– penetrarea în cuticula celulei,

– formarea unui haustoriu în interiorul celulei prin care conținutul acesteia se scurge în spațiul intercelular.

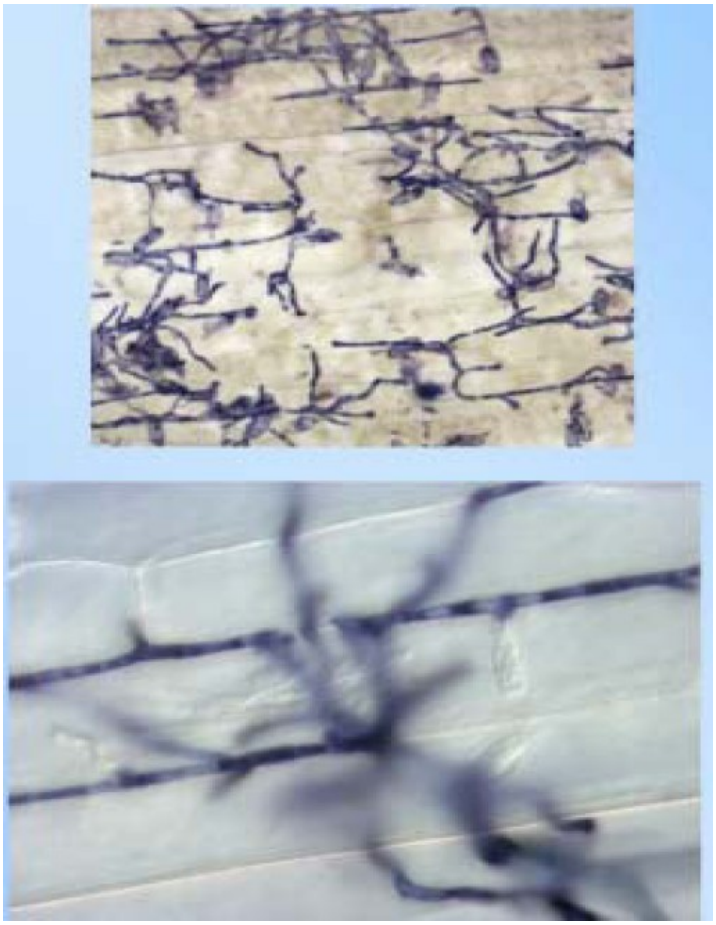


Figura 540. **Continuarea patogenezei** (Boku, Viena)

– Se formează noi tuburi de germinație.
– Apare un miceliu dens intercelular.
– Germinația se realizează în circa 4 ore după aşezarea sporului sau conidii pe frunze.
– Penetrația se realizează în 10 ore.
– Haustorii se formează în 16 ore.

Haustorii realizează legătura permanentă cu planta pe toată durata infecției ei asigurând alimentația parazitului prezent prin haustori în celule (figura 541).

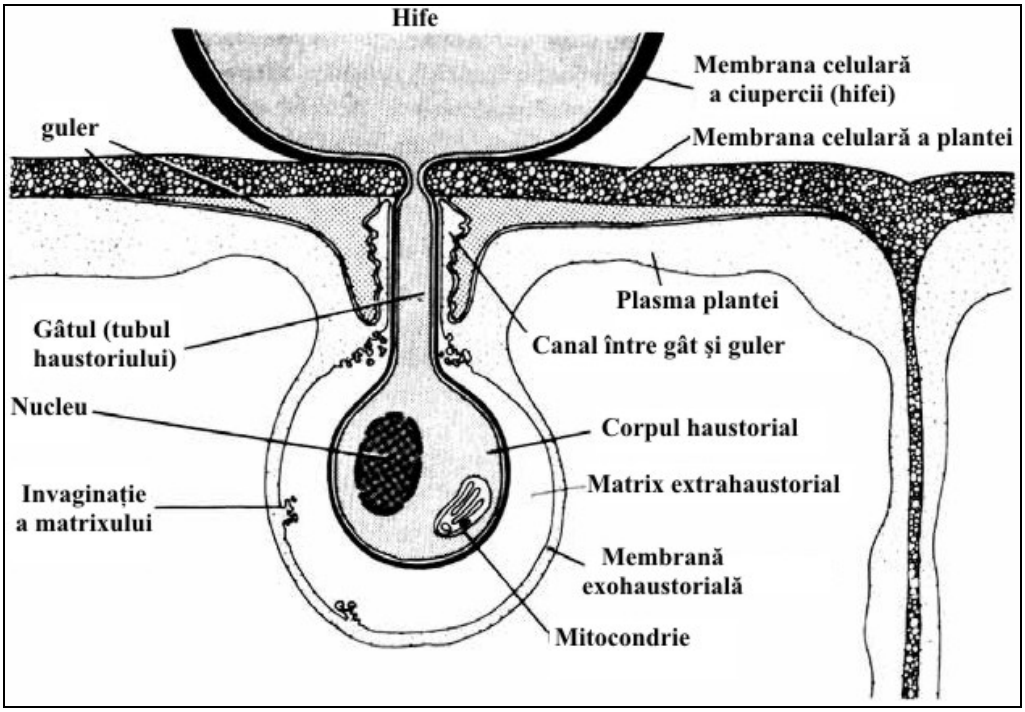


Figura 541. **Relaţiile de nutriţie dintre parazitul ciupercă şi planta de cultură, reprezentată prin schema unui haustoriu** (după Bracker, Phytopatology 58, 12, 1968)

Haustorii pot fi formaţi în aproape toate celulele plantei, iar ţesuturile sunt invadate de micelii astfel încât planta moare.

Haustorii îşi formează propria lor plasmă prin invaginarea membranei extrahaustorială, cu care ocazie metaboliţii plasmei celulare se filtrează către plasma haustorului ca apoi prin gâtul acestuia substanţele nutritive să ajungă în hifele ciupercii. Moartea celulei poate surveni în maximum 20 de ore de la infecţie.

În continuare punem la dispoziţia celor interesaţi o listă a principalelor boli prezente în patologia plantelor (tabelul 144), fără a veni cu detalii pe care cititorul nostru le găseşte în tratatele de specialitate.

Tabelul 144

Principalele boli ale plantelor produse de ciuperci. Unele caracteristici şi implicaţii sociale (**Sursa:** Enciclopedia britanică, FRAC 2010)

Boala	Agentul cauzator	Gazdă	Simptome şi semne	Trăsături adiţionale
Mana cartofului	*Phythophtora infestans*	cartof	Leziuni umede de la verde închis la negru sau purpurii cu margini de verde pal pe frunzele joase, mucegai alb pe marginea leziunilor	Responsabilă pentru foametea irlandeză; a cauzat moartea şi migrarea în masă a populaţiei
Rugina şi cancerul castanilor	*Endothia Parasitica*	castan	Pete galbene sau roşii apar pe scoarţă; leziunile se răspândesc repede şi sufocă crenguţele sau membrele, care mor.	Boala a fost accidental importată din Asia; prima dată observată în New York în 1904 şi s-a răspândit rapid în SUA, practic eliminând castanii nativi americani.
Boala ulmului	*Ceratocystis ulmi*	ulm	Frunzele se ofilesc, devin verde pal către maron şi cad; crengile mor.	Ciuperca cauzativă se crede că a intrat în Europa prin Asia în perioada primului război mondial şi a fost mai târziu transportată în SUA prin noduri de buştean pentru a face furnir; gândacii din scoarţa ulmului au răspândit patogenul în SUA. Este prezentă şi în România.
Rugina neagră a tulpinii cerealelor	*Puccinia graminis*	grâu şi alte gramineae	Pe grâu pustule ruginii cu spori, cloroza ţesuturilor înconjurătoare, urmat de dezvoltarea de teliospori negri; pe agriş clorozarea şi hipertrofierea ţesuturilor infectate, mase de spori portocalii.	Boala apare oriunde se creşte grâu; în 1935 a distrus aproape 60% din recolta totală de grâu durum roşu de primăvară în Minnesota şi Dakota de Sud; ciuperca are un ciclu de viaţă complex, parţial pe grâu şi parţial pe agriş; eradicarea agrişului este o măsură de cotnrol importantă. În România pe grâu poate produce pagube de până la 30%.
Rugina cafelei	*Hemileia vastatrix*	cafea	Pete portocalii-gălbui pe partea inferioară a frunzelor; centrul se face maron şi frunzele	Cea mai distructivă boală a cafelei; a cauzat pierderi devastatoare în toate ţările producătoare de

Boala	Agentul cauzator	Gazdă	Simptome şi semne	Trăsături adiţionale
			cad.	cafea.
Rugina pinului alb.	*Cronartium ribicola.*	Pinul alb	Ulceraţii mici, decolorate, în formă de fus, înconjurate de o bandă subţire scoarţă gălbuie-portocalie; băşicile secretă, urmate de pustule portocalii.	Una din cele mai importante boli de pădure din SUA; arborii de afin sunt gazda alternativă şi eradicarea lor este o măsură importantă de control.
Tăciunele cenuşiu al porumbului.	*Ustilago maydis*	porumb	Se formează umflături neregulate pe plăntuţele tinere de porumb; pe plantele mai mature apar gonflaţii mari pe mătasea urechilor şi pe mătase, frunze şi tulpini.	Apare oriunde porumbul este cultivat; poate cauza stricăciuni serioase culturii.
Tăciunele zburător al ovăzului	*Ustilago nuda*	orz, ovăz, grâu	Capetele infectate sunt acoperite cu mase de spori de culoarea măslinei	Apariţie globală; distruge boabele plantelor infectate.
Mucegaiul pufos	Multe specii din familia *Peronospora ceae*	Multe plante, struguri, ierburi, legume şi altele	Pete neregulate galbene apar pe suprafţa superioară a frunzei; ciuperca creşte pe partea inferioară; frunzele mor.	Una din primele boli controlate de un fungicid - de ex. amestecul Bordeaux, un amestec de var şi sulf folosit la struguri.
Făinarea	Multe specii din familia *Erysiphaceae*	Multe plante: gramineae, legume, arbuşti şi pomi.	Pete de material prăfos care cresc şi acoperă frunzele sau alte organe.	Una din cele mai comune şi larg răspândite boli ale plantelor.
Rapănul mărului	*Venturia inaequalis*	măr	Pete mici de culoarea măslinei apar pe frunzele tinere, mai târziu devin negre şi pot fuziona; pete negre circulare apar pe fructe.	Apare oriunde se cresc mere; infecţia reduce dimensiunea şi calitatea fructelor.
Pătarea neagră a trandafirului	*Diplocarpon rosae*	trandafir	Leziuni mari circulare de culoare neagră pe frunze; frunzele devin galbene şi cad.	Clasificată ca o antracnoză ce afectează frunzele, tulpinile şi fructele multor plante.

Boala	Agentul cauzator	Gazdă	Simptome şi semne	Trăsături adiţionale
Antracnoza strugurilor	*Elsinae ampelina*	struguri	vezi mai sus	vezi mai sus
Cangrena nectarinelor	*Nectria galligena*	Măr şi păr, mulţi copaci de pădure	Iniţial mici pete maron circulare care se măresc şi devin reduse cu marginile ridicate; ţesuturi noduroase în jurul cangrenei.	Una din cele mai importante boli ale mărului, părului şi a copacilor de pădure.
Nodul negru al prunului şi cireşului	*Plowrightia morbosum*	prun şi cireş	Umflături mici noduroase pe crenguţe şi crengi.	Apare mai ales în jumătatea estică a SUA şi Noua Zeelandă.
Putregaiul maroniu al fructelor	*Monilinia fructicola*	sâmburoase	Pete maronii pe flori; crenguţele dezvoltă mici cangrene maronii scufundate; fructele dezvoltă pete maronii care se răspândesc rapid.	Apariţie globală; poate cauza stricăciuni mari atât în livezi cât şi la transport.
Putregaiul moale	specii *Rhizopus*	flori, fructe şi legume cu organe cărnoase	ţesuturile devin moi cu aparenţă apoasă care deseori se răspândeşte rapid,urmată de o dezvoltare de miceliu şi spori negri	infecţia se dezvoltă cel mai rapid pe fructele coapte în condiţiile favorabile (temperatură moderată şi umiditate ridicată)
Fusarioza tomatelor	*Fusarium oxzsporum*	tomate	Frunzele sunt îndoite în jos, creşterea este oprită, plantele mor; dungi negre apar pe ţesuturile vasculare.	Una din cele mai distructive boli ale roşiilor, întregi câmpuri pot fi distruse.
Ofilirea legumelor, a florilor şi a unor copaci.	specii *Verticillium*	bumbac, cartofi, tomate, lucernă, copaci umbroşi şi altele.	Similară cu fusarioza; se dezvoltă în principal pe plăntuţele care mor la scurt timp după infecţie; plantele mai mature sunt atacate de asemenea.	Distribuţie globală; ciuperca infectează suted e specii de plante.
Fusarioza grâului şi a altor cereale.	*Fusarium graminearum*	grâu şi alte plante gramineae	Provoacă pete albicioase pe spice şi apoi zbârcirea boabelor.	Este foarte periculoasă nu numai pentru că reduce producţia ci şi pentru faptul că induce în boabe micotoxine extrem de periculoase pentru sănătatea animalelor şi a oamenilor.

13.8.4. Calitatea producţiei în condiţiile atacului de boli

Am subliniat adeseori că principalii agresori patogeni ai plantelor de cultură dispun de metaboliți secundari toxine şi enzime care-i ajută să înfăptuiască agresiunea. Totodată, combaterea cu pesticide în mod curativ a bolilor şi îndeosebi a fusariozei este o strategie nu tocmai fericită pentru că boala poate fi stopată, dar toxinele rămân şi cel mai adesea ele migrează spre boabe atât la grâu cât şi la porumb.

Sunt enorm de multe molecule toxice (peste 400) din care unele sunt extrem de periculoase. Printre ele 4 molecule sunt foarte prezente şi de multe ori depăşesc limitele prevăzute, periclitând viața animalelor şi a oamenilor. Câteva caracteristici:

- Sunt produse toxice din grupa metaboliților secundari sintetizați de ciuperci şi depozitați în sămânța de grâu, mai ales dacă atacul are loc la spice. Boabele zbârcite, cu contururi adânci indică prezența micotoxinei (figura 542).

Figura 542. **Contaminarea cu micotoxine a boabelor de grâu.** Stânga: **boabe sănătoase,** dreapta**: boabe contaminate** (**Sursa:** Bayer Cropscience, 2006)

– Riscul pentru oameni şi animale constă în stabilitatea termică ridicată a acestora. Produsul Deoxynivalenol (DON) se află în cantitate mare în

cerealele noastre. Ca şi alte molecule el este termostabil şi trece uşor prin pâine în organismul uman unde provoacă grave dereglări ale stabilității echilibrelor vizavi de cancer şi alte tumori.

– La animale se întâmplă acelaşi lucru, şi nu numai cu DON ci şi cu aflatoxinele şi ofratoxinele.

– Pierderi aduse numai de intoxicațiile cu micotoxine au depăşit în SUA, 1 miliard dolari, iar la noi au putut fi foarte greu estimate, dar oricum vorbim despre 30 milioane euro. Ținând cont mai ales de periculozitatea mai ales a DON-ului cel puțin Uniunea Europeană a stabilit limite pentru diferitele forme de produse, care nu trebuie depăşite, anume:

- cereale, neprelucrate - 1250 μg/kg
- grâu durum şi ovăz neprelucrate - 1750 μg/kg
- pâine, chifle, muesli - 500 μg/kg
- macaroane, tăiței (uscați) - 750 μg/kg
- produse procesate pentru sugari şi copii mici - cel mult 200 μg/kg.

– În acelaşi timp a fost elaborată o strategie de monitorizare a cerealelor, iar dacă dozele stabilite depăşesc limitele, acestea sunt scoase din consum. În egală măsură s-au elaborat tehnici rapide de depistare şi control, în care autocontrolul are o importanță majoră.

– Deoarece bolile pot aduce multe nefericiri şi fermierilor dar şi consumatorului un management integrat al controlului patogenului (MIP) stă la baza agriculturii viitorului şi a tuturor căilor care duc spre siguranța alimentară. Într-un capitol special va fi tratat şi acest management.

13.9. INFECŢIILE CAUZATE DE BACTERII

Aceste infecții nu sunt atât de numeroase ca şi în cazul animalelor sau omului, ci sunt oricum extrem de periculoase, greu de controlat şi uneori este exclusă recuperarea plantelor, mai ales a celor perene, valoroase. Există cazul bacteriei *Erwinia amylovora*, cunoscută şi sub denumirea de arsura pomilor (figura 543). Bacteria este gramnegativă şi facultativ anaerobă. Există însă şi bacterii grampozitive.

Simptomele principale sunt alcătuite din necroze datorită unui schimb de substanțe oxidative. Ele oxidează prin chemoorganotrofie, substanțe organice ale plantei atacate cu degradare până la CO_2 şi apă. Printr-un proces rapid de fermentație prin intermediul 2-4 Butandiol îşi câştigă glucoza de care bacteria are nevoie pentru hrănire şi înmulțire. O specie învecinată, şi anume

Erwinia carotovora atacă masiv la cultura cartofului compromițând repede cultura în zonele în care apare. O fotografie microscopică a speciei *Erwinia amylovora* este prezentată în figura 544.

Figura 543. **Atac bacterian de *Erwinia amylovora* la măr. Boala devenită frecventă şi în România cu pagube foarte mari** (**Sursa:** Wikipedia în limba germană)

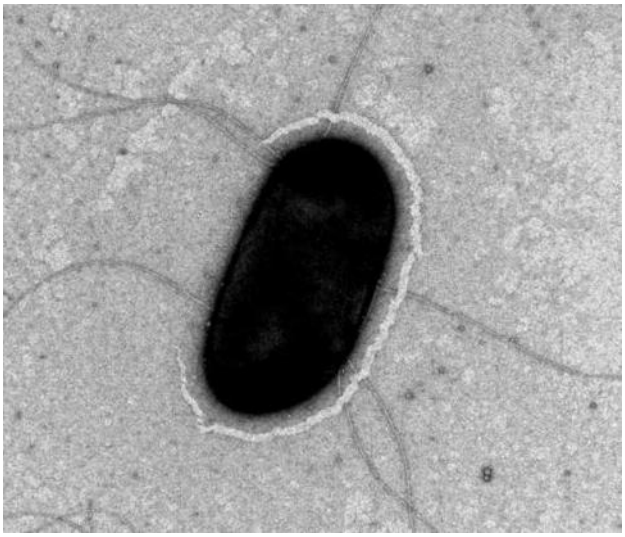


Figura 544. **Fotografie efectuată la microscopul electronic pentru specia *Erwinia amylovora*, focul bacterian al rosaceelor** (**Sursa:** www.padil.gov.au)

Pătrunderea bacteriilor în spaţiul intercelular se face prin stomate după ce parazitul a fost adus prin picăturile de ploaie pe plante, arbori în acest caz (figurile 545 şi 546).

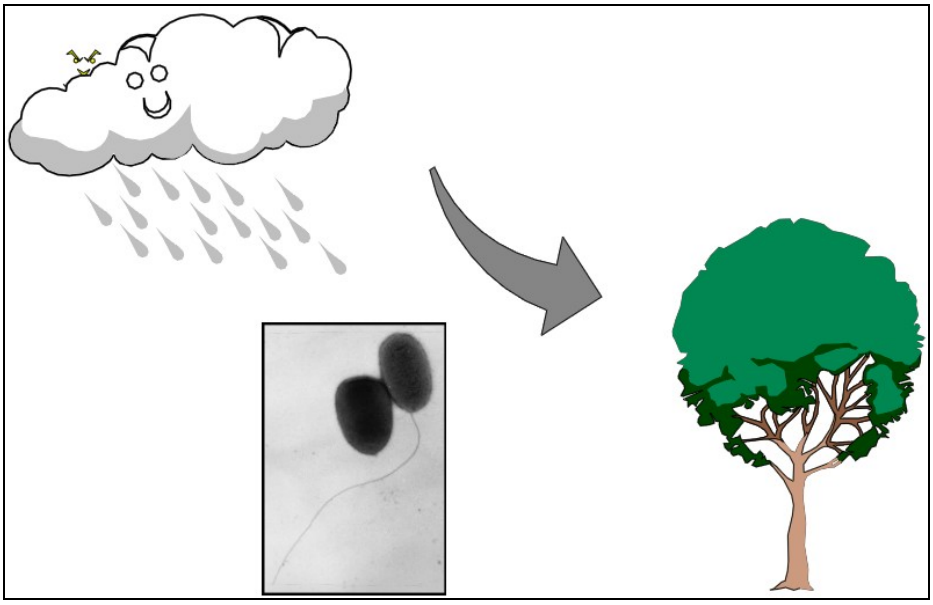


Figura 545. **Vântul şi picăturile de ploaie aduc bacteria pe frunzele arborilor** (**Sursa:** www.padil.gov.au)

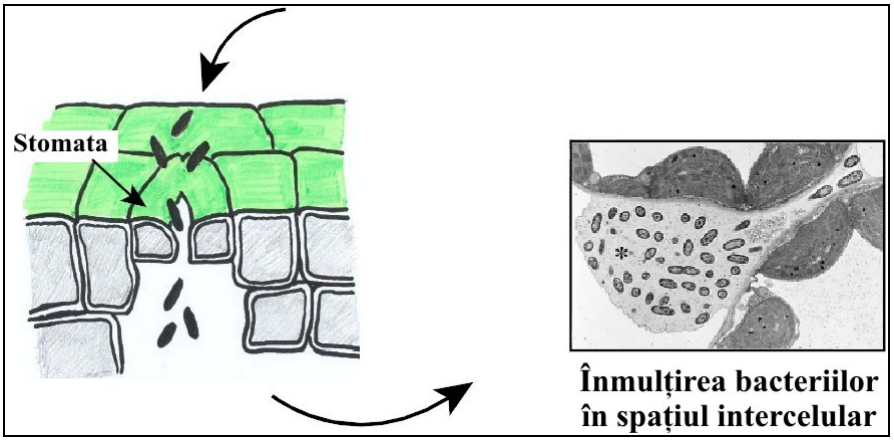


Figura 546. **Acestea pătrund prin stomate în spaţiul intercelular şi are loc declanşarea infecţiei prin înmulţirea bacteriilor în spaţiul intracelular. Înmulţirea bacteriilor în spaţiul intracelular** (**Sursa:** www.padil.gov.au)

O dată pătrunse în țesuturi bacteriile beneficiază de mai multe sisteme de agresare dintre care cea mai frecventă este agresarea cu ajutorul sistemelor de secreție a proteinelor sau aşa-numitul sistem III care se derulează în următoarele etape:

- Translocarea proteinelor efector în celulele plantei gazdă.
- Crearea unui complex multiprotein.
- Un semnal secreționat tip terminal – N.
- O evoluție spre înmulțirea cu formarea aparatului flagelar.

Identificarea proteinelor secretate, a proteinelor efector, a funcționalității acestora, a construcției aparatelor de secreție şi a identificării proteinelor țintă ale plantelor atacate de bacterii se face exclusiv în laboratoare prin procedee moderne ale biologiei moleculare, care nu fac obiectul acestei cărți.

În finalul acestui subcapitol, în figura 547 redăm ciclul de înmulțire al celei mai periculoase bacterii, *Erwinia amylovora*, iar în figura 548 un model de dezvoltare al bolilor plantelor cauzate de bacterii.

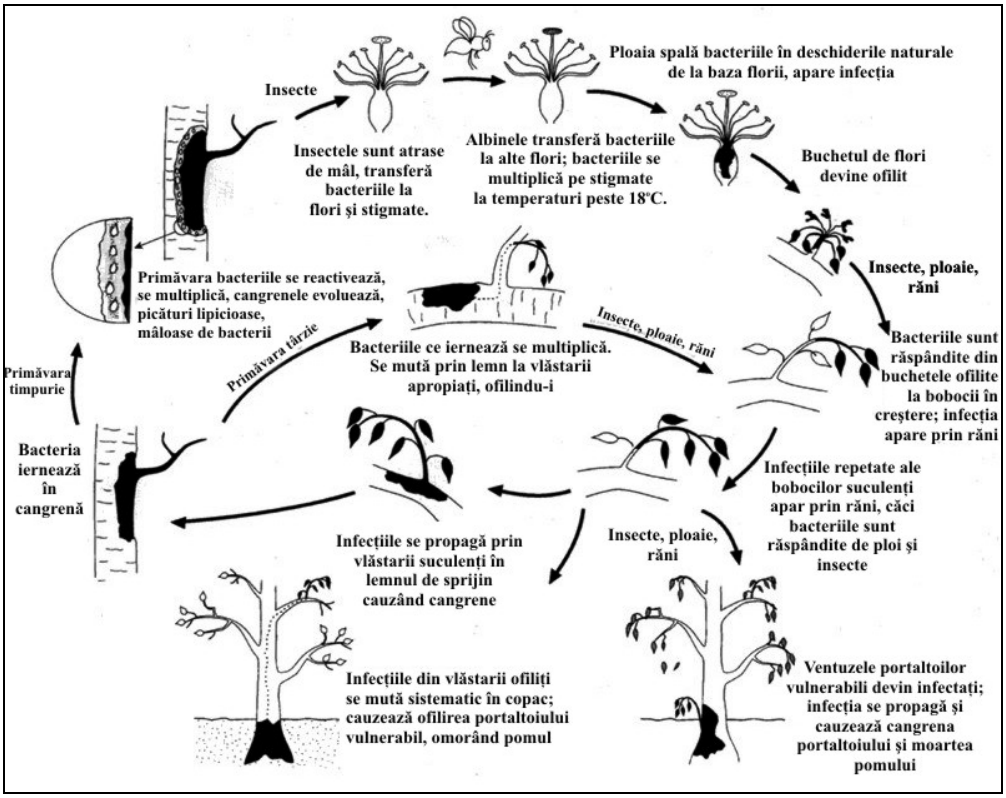


Figura 547. **Ciclul bacteriei *Erwinia amylovora*** (**Sursa:** www.nysaes.cornell.edu)

În tabelul 145 sunt prezentate cele mai importante boli bacteriene, care fac pagube economice însemnate.

De asemenea este necesar să menționăm că cercetarea recentă demonstrează că relațiile între patogeni de orice nuanță şi plante este coordonată genetic. Această descoperire ne pune în situația să acceptăm şi ideea găsirii unor soluții de eliminare a proteinelor excitante, cu altele conservatoare, de respingere a secrețiilor de proteine toxice, care ar putea constitui plecarea spre crearea unui sistem imunitar al plantelor. Acest lucru va fi discutat însă în capitolul Managementul Integrat al patogenilor (MIP).

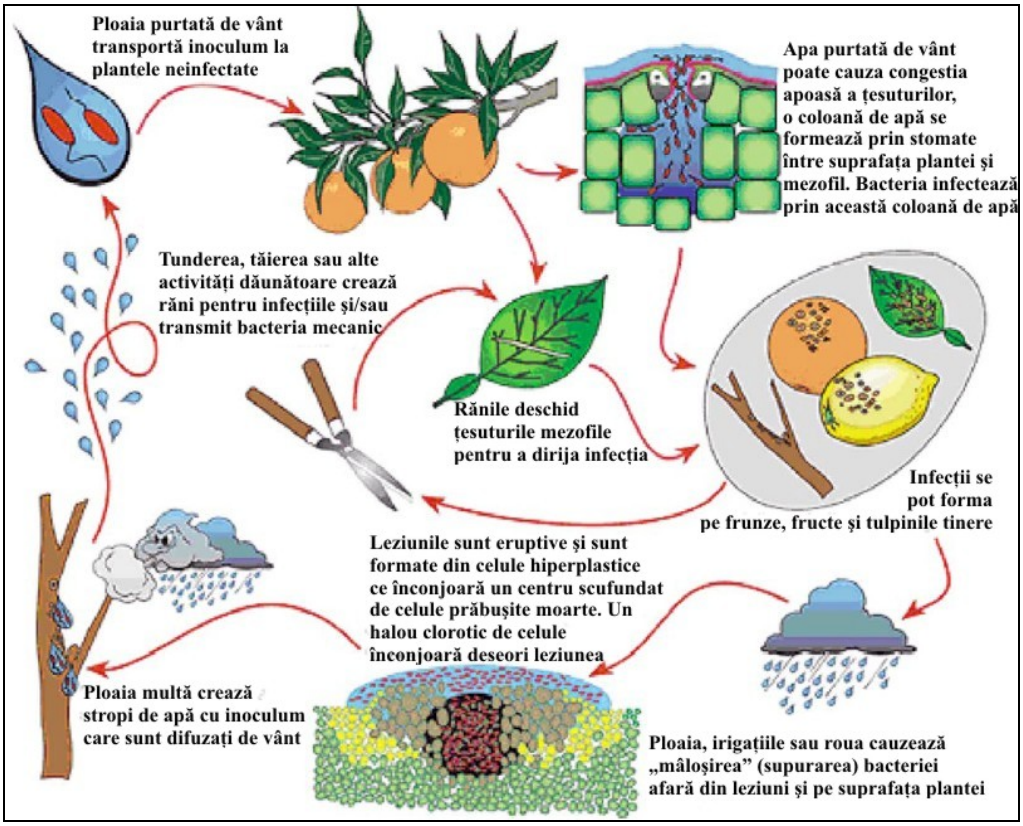


*Figura 548.***Model de dezvoltare a bolilor plantelor cauzate de bacterii (bacterioze)** (**Sursa:** www.nysaes.cornell.edu)

Tabelul 145

Câteva din cele mai importante boli bacteriene la plantele de cultură
(după FRAC, 2010)

Boala	Agentul cauzator	Gazdă	Simptome şi semne	trăsături adiţionale
Ofilirea Granville	*Pseudomonas solanacearum*	tutun, tomate, cartof, vinete, ardei şi alte plante	Piticirea, îngălbenirea şi ofilirea părţilor supraterane; rădăcinile putrezesc şi devin maron sau negre.	Apare în majoritatea ţărilor din zonele temperate şi semitropicale; cauzează pierderi de cultură de sute de milioane de dolari.
Focul bacterian	*Erwinia Amylovora*	măr şi păr	Florile par ude şi se contractă, se întinde la frunze ţi tulpini, cauzând necroză rapidă.	Prima boală a unei plante ce s-a dovedit a fi cauzată de o bacterie.
Focul sălbatic al tutunului	*Pseudomonas syringae*	tutun	Pete gălbui pe frunze.	Focul sălbatic al tutunului apare la nivel global; cauzează pierderi în plăntuţe şi în plantele de câmp.
Mozaicul comun al fasolei	*Xanthomonas campestris*	fasolea (comună)	Pete gălbui verzui pe frunze	Majoritatea fitopatogenilor xanthomanazi şi pseudomonazi cauzează pete necrotice pe părţile verzi vulnerabile ale gazdei; poate fi localizată sau sistemică.
Putregaiul moale	*Erwinia carotovora*	Multe plante cu ţesut cărnos, varză, morcov, ţelină, ceapă.	Descompunerea moale a ţesuturilor cărnoase care devin moi şi ca terciul.	Apare la nivel global; cauzează pierderi economice majore.
Cancerul bacterian	*Agrobacterium tumefaciens*	mai mult de 100 de genuri de plante lemnoase şi ierboase	Iniţial o mică mărire a tulpinilor sau a rădăcinilor de obicei la sau lângă linia solului, crescând în dimensiune devenind încreţită, şi devenind maron sau	Conversia unei celule normale la una care produce celule ce se multiplică excesiv este cauzată de o plasmidă (o mică bucată de ADN

Boala	Agentul cauzator	Gazdă	Simptome şi semne	trăsături adiţionale
			neagră.	circulară) purtată de bacteria patogenă.
Aster galben	*Organisme ca micoplasma (MLO)*	Multe legume, ornamentale şi ierburi	Cloroză; malformaţii de piticire.	Cele mai mari pierderi la morcovi; transmitere prin insecte care sar de pe o plantă pe alta.
Rădăcina sfărâmicioasă	*Spiroplasma citri (MLO)*	citrice, sâmburoase şi legume	Cloroză, îngălbenirea frunzelor, scurtarea internodurilor, ofilire	Primul patogen al bolii plantei cultivate

13.10. BOLILE VIRALE ŞI MICROPLASMATICE

Microplasmele şi sifitoplasmele sunt organisme extrem de mici şi anume între 0,0003 şi 0,0005 mm; sunt considerate de mulţi autori bacterii aparţinând clasei Mollicutes. De regulă nu conţin membrană celulară şi din această cauză pot să-şi schimbe forma după cum doresc. În lumea agriculturii ele sunt vinovate de producerea a 200 de boli, iar simptomele de manifestare sunt asemănătoare cu ale virusurilor, adică pătarea frunzelor sau ramificarea forţată a arbuştilor, incapacitatea de lignificare a lăstarilor, arborilor şi arbuştilor, florile rămân verzi. Infecţia, respectiv deplasarea paraziţilor se face cu ajutorul cicadelor şi a altor insecte, dar infecţia se poate face şi prin altoire sau simpla rănire a plantelor.

Detecţia bolilor se poate face numai prin metode speciale de laborator şi folosind aparatură superperformată (figura 549). Părul este un arbore relativ sensibil la micoplasme şi o dată infectat poate fi uşor distrus, aducând pagube semnificative agricultorului.

Unii patogeni din această grupă sunt sub stricta supraveghere a departamentelor de specialitate. Mulţi dintre aceşti paraziţi, cum ar fi *Ceratocystis fagocearum*, un fung completat de o micoplasmă (combinaţie aflată sub strictă supraveghere), pot distruge complet arbori foarte importanţi din punct de vedere economic, aşa cum este şi fagul (figura 551).

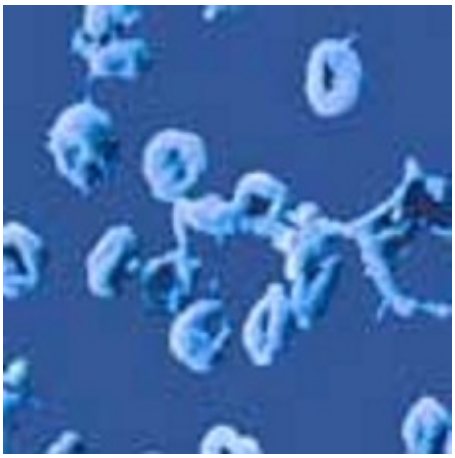


Figura 549. **Secvenţă la microscopul electronic al micoplasmelor plantelor** (**Sursa:** www.tierklinik.de)

Figura 550. **Atac de micoplasme la păr, pom sensibil** (**Sursa:** www.dz-Kundenserven3.de)

Figura 551. **Fag secular atacat de fitoplasmide în combinaţie cu fungul *Ceratocystis fagocearum*** (**Sursa:** www.pflanzengesundheit.jki.bund.de)

13.10.1. Despre virusuri

Virusurile sunt organisme vii, cu mult mai mici decât bacteriile. Ele pot trăi şi se pot dezvolta numai în celulele altor organisme vii. Nu dispun de un metabolism propriu şi deci nici de un sistem de schimb al substanţelor. Cu propriile lor forţe virusurile nu pot penetra alte celule. Trăiesc în fluxul viu al substanţelor de nutriţie şi sunt responsabile pentru boli grave la plante, animale şi oameni. Contactul cu plantele se realizează cu ajutorul a numeroase insecte dintre care foarte cunoscute sunt afidele, gândacii, păianjenii, tripşii, ploşniţele, păianjenii galicoli, musculiţa albă, cicadele, iar din sol virusurile vin prin intermediul ciupercilor sau nematozilor. Sămânţa virusată este un instrument foarte eficace de transmitere a virusurilor de la o generaţie la alta. Sunt foarte numeroase culturile care pot fi infectate cu virusuri.

O plantă virusată poate fi observată în câmp prin diversele modificări fenologice pe care le arată şi pe care le prezentăm pentru boli virale în tabelul 146.

Tabelul 146

Câteva boli cauzate de virusurile plantelor. Simptome şi caracteristici
(După FRAC 2010)

Boala	Agentul cauzator	Gazdă	Simptome şi semne	Trăsături adiţionale
Mozaicul tutunului	virusul mozaic al tutunului (TMV)	tutun, roşii şi sute de alte legume şi ierburi	Aspect marmorat al frunzelor (model mozaic), piticire.	Virusul rămâne viabil mai mulţi ani în sol şi tutun; boala apare la nivel mondial; pot apărea pierderi economice mari.
Mozaicul castravetelui	Virusul mozaic al castravetelui (CMV)	Castravete, fasole şi castravete, fasole, tutun,alte plante (gamă largă de gazde)	Similar cu infecţiile TMV	Apare al nivel mondial; gamă largă de gazde.
Piticirea galbenă a orzului	Virusul piticirii galbene a orzului (BYDV)	Orz, ovăz, secară, grâu şi alte ierburid de păşune şi buruieni	Îngălbenirea şi piticirea plantei	Una din bolile cele mai importante ale cerealelor.
Ofilirea pătată a roşiilor	Virusul pătat al ofilirii roşiilor (TSWV)	Roşii, ardei, ananas, alun şi multe alte plante	Frunzele arată inele concentrice, necrotice; zona necrotică galbenă apoi roşu-maronie	Gamă foarte largă de gazde infectează sute de plante.

Boala	Agentul cauzator	Gazdă	Simptome şi semne	Trăsături adiţionale
Pătarea inelară necrotică a prunului	Virusul pătării inelare necrotice a prunului (PNRV)	Sâmburoase, cireş, migdale, piersic, cais, prun şi altele.	Foliaj întârziat; frunzele de pe crengile infectate arată pete verzui şi inele întunecate, apoi devin necrotice şi cad.	Boala foarte răspândită a sîmburoaselor; afectează aproape toţi pomiii din zonele producătoare de fructe.
Axul tuberculului de cartof	viroidul axului tuberculului de cartof (PSTV)	cartof şi roşii	Creştere pitică; tuberculii sunt ca un fus şi mai mici decât tuberculii sănătoşi	prima infecţie viroidă identificată în plante; poate cauza reducerea majoră a producţiei
Exicorticulul citricelor	viroidul exicorticulului citricelor	portocal, lămâi, lime, alte plante citrice	pomi afectaţi prezintă crăpături verticale în scoarţă, dulgi subţiri de scoarţă parţial slăbită, şi un aspect crăpat, solzos.	

Simptomele virusurilor, deşi uneori tipice aşa cum se vede din tabelul 146 pot fi alteori greu de delimitat, de determinat.

Cunoaştem foarte bine simptomele virusului orzului. La orz frecvența atacului transmis de afide este cu mult mai mare decât la grâu. În momentul în care afida înțeapă, introduce virusul care se răspândeşte radial în jurul înțepăturii.

Figura 552. **Cultura de orz infectată cu afide care au transmis virusul orzului (virusul galben mozaicat Bay MM** (stânga) **comparativ cu o cultură nevirusată** (dreapta) (foto autor, aprilie 2010, Alexandria)

În zonă, virusul apare foarte frecvent. În loturile semincere poate ajunge până în sămânță şi poate fi transmis prin acest sistem. Din aceste motive, tratamentul antiafidic de toamnă, mai ales dacă semănatul s-a efectuat prea devreme, devine obligatoriu. În condiții de toamnă îndelungată şi relativ secetoasă, pagubele estimate se ridică între 20 şi 30%. Afidele atacă însă peste tot, şi peste tot pot injecta virusuri. La pomi atacul poate fi uneori foarte virulent, deşi la unii pomi, precum unele soiuri de măr sau prun, sistemele de apărare ale plantei pot respinge virusul.

Cu toate acestea, afidele pot ele însele să inducă toxine prin frunze plantelor şi să afecteze calitatea şi cantitatea recoltelor (vezi şi figura 553).

Figura 553. **Atac concertat de afide pe partea posterioară a unei frunze de măr cu inducerea virusului (culoare roşie) şi încercarea de limitare a extinderii lui de către plantă** (Foto autor 2010)

Figura 554. **Virusul în benzi mozaicate al grâului (WSMV)**
(**Sursa:** www.grdc.com.au)

Nu întotdeauna virusul poate fi uşor recunoscut în câmp. Un asemenea caz, virusul prezentat în figura 554 prezintă un mozaic galben foarte uniform, greu de identificat în câmp. El a fost identificat în 1987 în Kentucky. Dacă plantele sunt atacate din toamnă pagubele pot fi atât de mari încât grâul nu mai poate fi recoltat. Infecțiile de primăvară conduc la pagube mai reduse. Patogenul este atât de dăunător încât în anul acesta guvernul american a alocat milioane de dolari pentru un program de diagnoză şi monitorizare a WSMV, şi mai ales de studiere a transmiterii acestuia.

Insecta transmițătoare este un păianjen micuț, cunoscut ca *Aceria tosichila*. Ea este atât de mică încât este greu de văzut şi de identificat.

Virusul este deja lansat în cultură de către păianjen, cu mult înainte ca fenomenele de îngălbenire să fi apărut. Programul de cercetare, denumit *Texas Cropping system*, are în sarcină să monitorizeze cercetarea biologică şi a modului foarte rapid de transmitere a virusurilor.

Deoarece acarianul se deplasează greu el are nevoie de vânt pentru a fi transportat uneori până la sute de kilometri. Singurele rezultate eficiente contra bolii le obțin fermierii care practică asolamentele şi întrerup punțile de transfer a bolii de la un sezon la altul. Din fericire, boala nu este încă în Europa, dar globalizarea, lipsa de funcționalitate a sistemului de carantină va face ca în curând să fie pe aproape.

Detecţia virusurilor. Am arătat deja că virusurile pot să ocupe spațiile intercelulare fără să se manifeste simptomatic. În legumicultură şi pomicultură, ca şi în dendrologie, virusurile creează uneori numai încrețiri ale frunzelor, având ca rezultat reducerea înfloririi şi fructificării.

Pentru a evita plantatul unor plante virusate se practică testarea plantelor donatoare de butaşi prin procedee de depistare în laborator, cum ar fi detecția prin PCR sau Reverse Transcription – Polymerase Chain Reaction RT – PCR (vezi figura 555) şi dacă rezultatele sunt negative numai atunci se recoltează țesuturi sau celule care sunt înmulțite in vitro, pe mediu de cultură obținându-se plante libere de viroze ce poartă garanția manifestării depline a vigorii lor vegetative (figura 556).

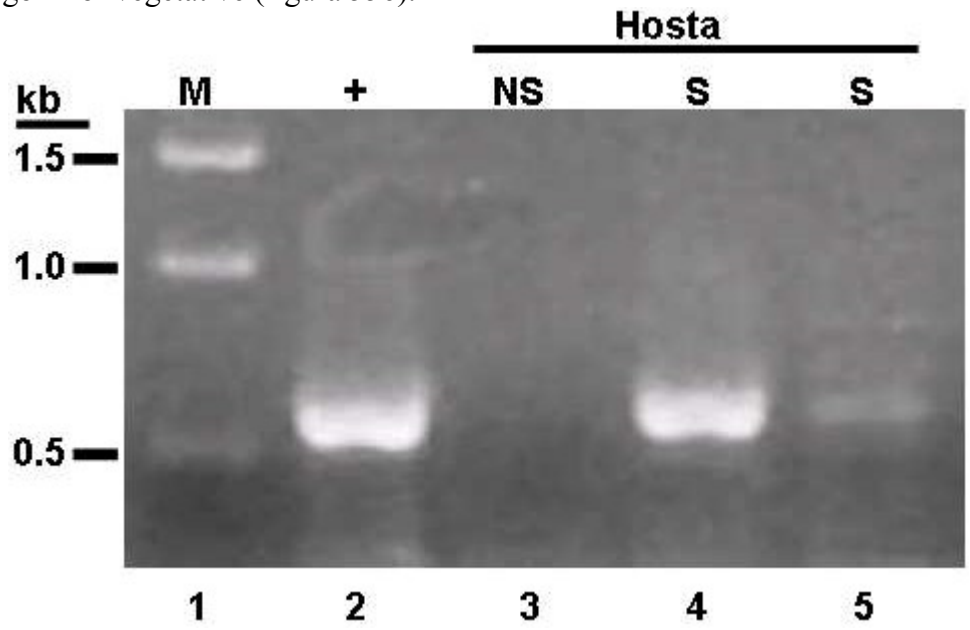


Figura 555. **Detecţia virusului TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) pe planta gazdă folosind amprenta genetică obţinută prin RT PCR** (**Sursa:** „First Report of *Tomato spotted wilt virus* in Hosta in Florida", M. Timur Momol and Hank Dankers, University of Florida)

NS = nesimptomatic
S = simptomatic
M = martor
+ = inoculare cunoscută

total ARN extras

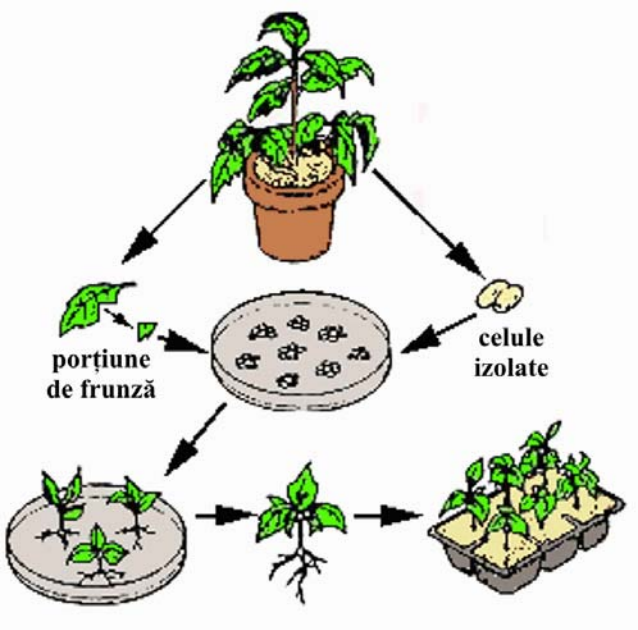


Figura 556. **Obţinerea butaşilor liberi de viroze şi micoplasmoze**

Există şi alte metode de identificare a virusurilor, unele mult mai simple, care se aplică şi în România. Printre ele se numără de acum şi foarte cunoscutul **test Eliza**. În general putem spune că sunt folosite următoarele metode, fără a avea pretenția că le epuizăm pe toate.

1. Metoda culturilor de țesuturi pe diferite substraturi
- efectul citopatic (CPE)
- studiu pe placă

2. Metode fizice
- Cristalografie cu raze X.
- Microscopie electronică.
- Ultracentrifugare

3. Metode serologice sau imunitare
- Haemagglutinare.
- Inhibarea haemagglutinației
- Fixări complementare
- Imuno colorare.

4. Imunofluorescență

5. Microscopie electronică imunogold

6. Imunoprecipitare

7. Testul Eliza

8. Alte, inclusiv metoda biologiei moleculare

- SDS - Page
- Wester blot
- PCR
- RT - PCR şi altele.

Pentru o informare de detaliu cititorul nostru este rugat să consulte site-ul www.generalhorticulture.tamu.edu sau să ni se adreseze personal. Identificarea virusurilor devine din ce în ce mai importantă pentru stabilizarea producțiilor agricole, dar şi pentru a elabora strategiile manageriale de control al bolilor.

Capitolul 14
ELEMENTE DE MANAGEMENT INTEGRAT AL CONTROLULUI BOLILOR PATOGENE MICBP

14.1. ELEMENTE DE CONSTRUCŢIE

1. Comparativ - bolile produc pagube mai mici decât buruienile, deşi mecanismele de acţiune sunt extrem de diversificate şi complicate. Dificultatea modului de acţiune este cea care favorizează buruienile. Lucrurile simple sunt întotdeauna mai eficiente.

2. Este necesar un inventar complet şi argumentat ştiinţific al patogenilor din zonă (biologia şi ecologia patogenului).

3. Este necesar a se cunoaşte gradul şi intensitatea atacului demonstrat ştiinţific pe zone, culturi, soluri, plante intermediare, în funcţie de condiţiile climatice (temperatură, umiditate). Este cunoscut că factorii climatici favorizează sau defavorizează atacul patogenilor (umiditate, temperatură, regimul de vânturi, insolaţia etc.).

4. Structura culturilor este necesar a fi planificată pe termen lung, şi adaptată condiţiilor de climă şi sol.

5. Foarte importante sunt datele despre tehnologiile de cultură, pe verigi, sistemele de asolament, eforturile de îmbunătăţire a calităţii solurilor, a materialului biologic din sol. Revenirea condiţiilor de sol la modelele naturale este de dorit. pH-ul solurilor şi eforturile de corecţie sunt absolut necesare.

6. Se analizează datele mai sus colecţionate şi se întocmeşte câte un management al controlului bolilor pentru fiecare cultură şi pe ansamblul fermei.

7. În alcătuirea planurilor se au în vedere toate măsurile de control al bolilor, şi sunt foarte multe, urmând ca pesticidele să reprezinte doar factori de corecţie în aşa fel încât raportul între toxinele naturale şi cele antropice să fie sub 1.

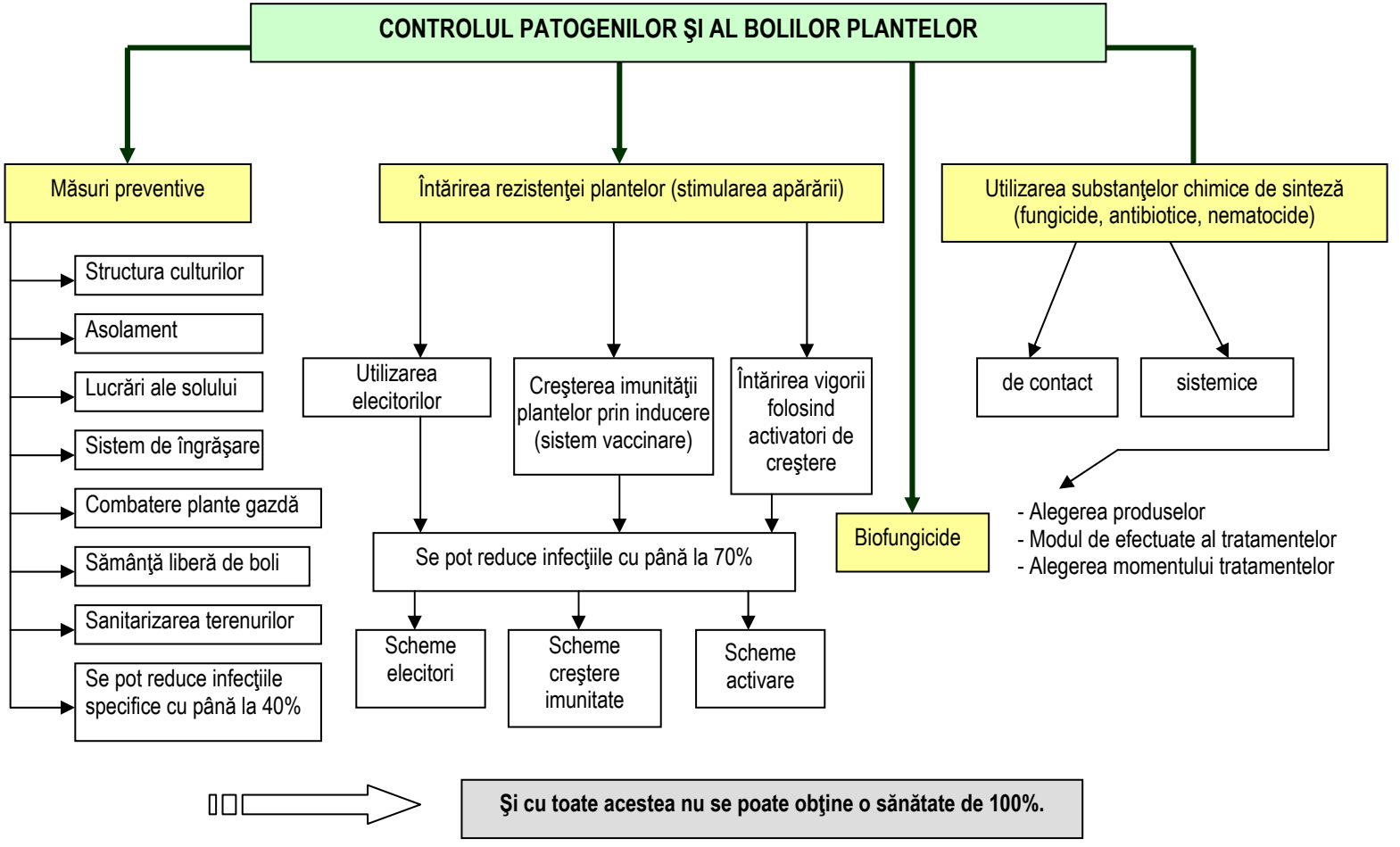


Figura 557. **Schemă în viziune originală asupra managementului integrat al controlului patogenilor şi bolilor la plantele de cultură**

14.2. SCHEMĂ MANAGERIALĂ MICPB

Ideea de bază:

Plantele pot fi sau nu pot fi bolnave. În principal, reținem ideea că într-o populație nu pot fi numai plante sănătoase, şi atunci este necesar să aflăm:

- cât de sănătos este lanul;
- ce ar fi necesar să facem ca el să fie complet sănătos;
- cum ar putea fi conservată sănătatea plantelor, căci

vigoare = sănătate = producție + calitate.

O primă schemă a MICPB este prezentată în figura 557.

Organizarea MICPB se bazează pe trei piloane importante, şi anume:

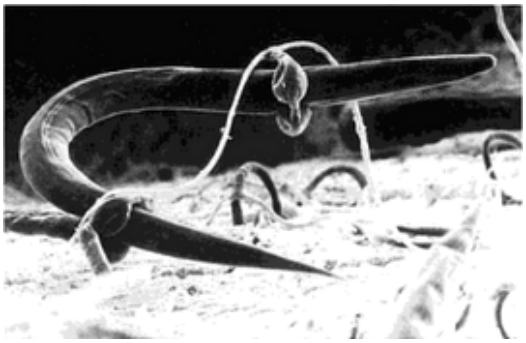
14.2.1. Măsuri preventive sau management preventiv

Sunt de dorit în toate sistemele de control. Acestea pot fi foarte numeroase. De regulă, la nivel de fermă se începe cu sanitarizarea, ecologizarea arealului, adunarea tuturor resturilor şi aducerea lor la fermentare aerobă sau anaerobă în groapa sau platforma de fermentare care nu ar trebui să lipsească din nicio fermă. Cu această ocazie sunt distruse resturile organice care conțin formele de rezistență ale patogenilor şi scoase din sistem.

În câmp asolamentul devine în noile sisteme de agricultură obligatoriu. Am arătat deja că uneori o simplă rotație între gramineae şi leguminoase reduce presiunea de infecție cu 50% şi pe cea poluantă în cazul aplicării pesticidelor cu 30%.

Lucrările solului sunt uneori decisive pentru distrugerea unor resturi organice purtătoare de infecție ca şi pentru reglarea relațiilor aerobe/anaerobe în sol, pentru dezvoltarea unor microorganisme tip sanitari ai acestuia precum: *Pseudomonas fluorescens*, care are o acțiune biofungicidă cu efecte semnificative împotriva patogenilor *Fusarium, Alternaria şi Phytophtora*, cu domiciliere în sol şi atac tot de acolo. Activarea ecologică a solului folosind gunoi de grajd, composturi, acizi huminici, micorize sau bacterii utile, reduce până aproape de „0” propagarea prin sol a bolilor şi chiar a nematozilor (figura 558 a şi b). Printr-o micoriză pusă la punct nici măcar bacteriile patogene nu pătrund spre rădăcini, ele fiind prinse în hățişul de hife şi digerate cu ajutorul unor enzime emise de hife. Se spune că ciuperca îşi apasă gazda cu care conlucrează unitar pentru factorii de viață, refuzând pe toate căile să accepte alți intruşi concurenți.

a. Nematodul neîntâlnind bariera de hife pătrunde nestingherit în interiorul rădăcinii de tomate.



b. Nematodul este prins de hife ca şi când ar fi încătuşat şi nu are nicio şansă să mai ajungă la rădăcină pentru a ataca.

Figura 558. **Nematozii şi micoriza** (**Sursa:** www.1.bp.blogspot.com)

14.2.2. Întărirea rezistenţei plantelor şi stimularea sistemului de apărare

În managementul integrat al controlului patogenilor şi bolilor, întărirea rezistenței plantelor şi stimularea apărării se face pe **trei căi importante.**

a) Folosirea elicitorilor: elicitorii sunt substanțe de origine naturală (minerală, animală, vegetală, microbiană). Unele din ele sunt extrase chiar din microorganisme patogene sau din plantele atacate. Pornind de la moleculele naturale chimia a fost în măsură să sintetizeze deja multe dintre ele. Un asemenea exemplu este acidul salicilic (aspirina) prezentă în plantele naturale dar utilizată astăzi ca analogi funcționali de sinteză cum ar fi acibenzolar-S-metil sau ASM. Datorită faptului că au căpătat o dimensiune economică importantă, elicitorii sunt deja produse omologate. În tabelul 147 prezentăm trei asemenea produse omologate în Franța.

Există o serie de alte substanțe citate în literatura de specialitate, cum ar fi:

Chitosan – extras din carapacea de crustacee şi utilizat pentru combaterea lui *Botrytis cineria* la vița-de-vie şi tomate şi a lui *Oidium*, la struguri, căpşuni, trandafiri.

Harpine. Este o proteină izolată plecând de la bacteria patogenă *Erwinia amylovora*; combate diverse boli la culturi leguminoase şi fructifere.

Acid β-aminobutyric sintetizat de către mai multe plante. Este foarte multifuncțional şi cercetat cu rezultate bune în combaterea speciilor *Phytophthora infestans, Fusarium oxysporum, Botrytis cinerea* la tomate şi *Plasmopara viticola*, la vie, *Phytophtora* la varză, flori, salată, ca şi contra

diverşilor nematozi şi mai sunt şi altele care devin din ce în ce mai interesante din cauza modului lor de acţiune ce măresc sistemul de apărare prin inducerea unor promotori şi a unor gene ce se opun penetrării bolilor în celule şi le blochează astfel accesul la hrană (figura 559). Remarcăm că interesul ştiinţific şi practic pentru asemenea sisteme de apărare devine din ce în ce mai mare.

Tabelul 147

Câțiva elicitori omologați în Franța (Sursa: FREDON)

Substanţa	Originea	Specialitatea comercială omologată
Laminarină	Oligozaharide extrase din alge brune marine (*Laminaria digitaria*)	Iodus 2 cereale utilizat la grâu şi orz, eficacitate 70%. Iodus 2 culturi specializate. Păr, măr, gutui contra focului bacterian (*Erwinia*)
FEN 560	Extras din seminţele de schinduf, plante leguminoase (*Trigonella foenum-greacum*)	Stifenia utilizabilă pentru combaterea bolilor la viţa de vie.
Acibenzolar-S- metil (ASM sau BTM)	Este un analog funcţional cu acidul salicilic (este sintetizat)	BION 50 WG utilizat la grâu pentru combatere boli fungi, la tomate ca bactericid.

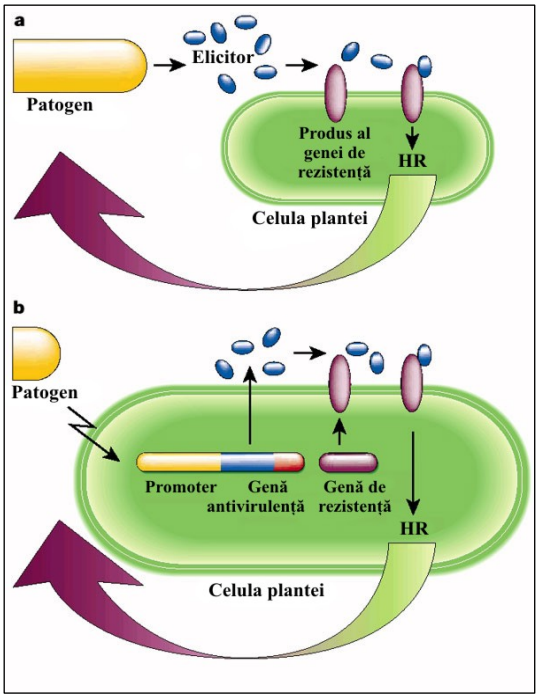


Figura 559. **Generarea unei rezistenţe pentru un spectru larg de boală, utilizând un elicitor şi o genă de rezistenţă**

Elicitorul aplicat pe plantă declanşează un răspuns hipersenzitiv (RH) care recunoaşte un elicitor derivat din patogen ca produs al genei de rezistență. Proteina produsă de noua genă are un efect de inhibare a activității metabolice a patogenului, creând plantei un sistem de apărare specific. Din cauza blocării accesului la hrană, patogenul nu mai poate deveni activ. Folosind varianta (SDN) „Stimulation des differences naturelles" (stimularea diferențelor naturale) cercetătorii de la INRA folosind un elicitor oligosaric a reuşit să obțină la tinerele plante de viță-de-vie o eficiență de 50-80% în combaterea făinării, reducând infecția cu 50-80% (vezi şi figura 560).

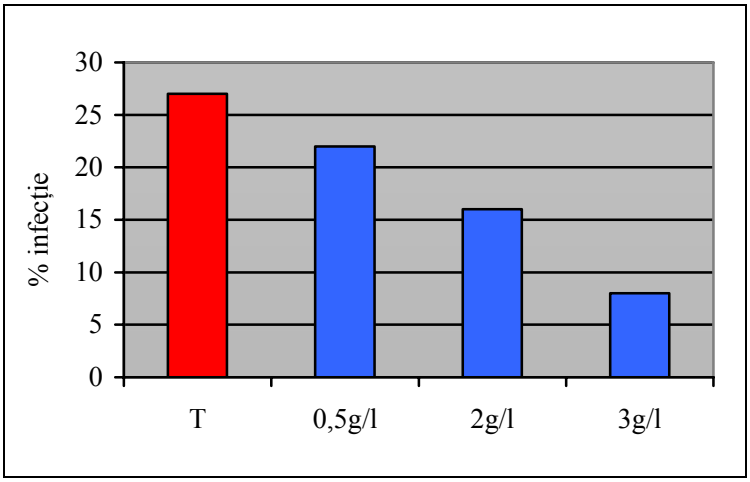


Figura 560. **Inducerea rezistenţei contra făinării la tinerele plante de viţă-de-vie cu ajutorul unui elicitor** (**Sursa:** INRA, Franţa)

14.3. CREŞTEREA IMUNITĂŢII PLANTELOR

Pare ciudat, dar tot mai mulți cercetători susțin că plantele ca organisme vii, superioare pot avea o imunitate care în condiții de stres biotic (boală) poate să crească. Ea poate să fie crescută şi prin dezvoltarea unei imunități premergătoare atacului patogen. În acest sens, într-o sinteză publicată în 2002, Lateur M. ne propune o schemă a mecanismelor generale implicate în fenomenul de inducere a reacției de apărare a plantelor contra diverşilor paraziți în care sunt incluse inclusiv reacțiile tip SDH. Fenomenul de inducere a rezistenței unei plante poate fi definit prin creşterea capacității sale de a se apăra împotriva unui spectru larg de agenți patogeni nu este deloc nou. Dar cele mai importante rezultate apar în 1966 când Ross, citat de Lateur, a

observat că „inocularea unei frunze de tomate cu o sursă de virus a mozaicului tomatelor (TMV) a avut ca efect creşterea rezistenței la virus a celeilalte mase de frunze, dar ceea ce este mai important, planta a devenit rezistentă şi față de alți patogeni.

Ori, ceea ce ne prezintă Ross seamănă a vaccinare. Fenomenul a fost denumit în limba engleză „Systemic Acquired Resistence" (SAR) iar noi îi putem spune în limba română „Rezistența Sistemică Dobândită" (RSD), şi despre el am mai vorbit într-un capitol anterior. Prin depistarea şi a altor procedee prin care rezistența a fost indusă şi nu ajutată să se formeze, a apărut şi termenul de „Rezistență Sistemică Indusă" (RSI) sau în limba engleză „Induced Systemic Resistence" (ISR), adică a imunizării. Ulterior cercetătorii, printre care şi Hammer Schmidt (2001) a propus lumii ca SAR şi ISR sau RSD şi RSI să fie considerate sinonime.

Inducerea rezistenței unei plante constă în fond în a activa mecanismele de apărare naturală, prezente deja în plantă şi care se manifestă latent. În figura 561 prezentăm schematic mecanismele care coordonează relația plantă-parazit în cazul unei rezistențe specifice şi acelea care au fost observate prin inducerea de către elicitorii nespectifici (figura 561).

Repetăm principalele căi aduse de modificările metabolice care intervin în protecția, în apărarea plantelor şi care sunt:

1. Întărirea barierelor mecanice constituite de pereți pecto-celulari prin încorporarea de polizaharide (calose), de polimeri fenolici (lignine), de poliesteri (subcrine), de glicoproteine, bogate în hidroxiproline (HRPG), de proteine bogate în glicine CGCP şi de proteine bogate în proline (PRP).

2. Stimularea enzimelor de protecție (imunitate). Printre acestea pot fi enumerate

- enzimele de biosinteză a fitoalexinelor care au însuşiri şi forță antibacteriană,
- a enzimelor legate de formarea compuşilor fenolici,
- a enzimelor care produc peroxidozele,
- a enzimelor implicate în biosinteza etilenei,
- a unor enzime speciale care au însuşiri de apărare directe, pentru că sunt în măsură să hidrolizeze chitina şi poliglucanații, polimeri ai pereților celulelor ciupercilor,

3. Producția de „proteine de apărare" şi de proteine PR („Pathogenesis-Related") cum ar fi chitinasele, glucanasele şi proteinele „thaumatin -like"; aceste proteine care induc puternic mecanisme de apărare, dar şi combaterea stresului de degradare reprezintă 1% din ansamblul proteinelor solubile (Fritig şi colab., 1998).

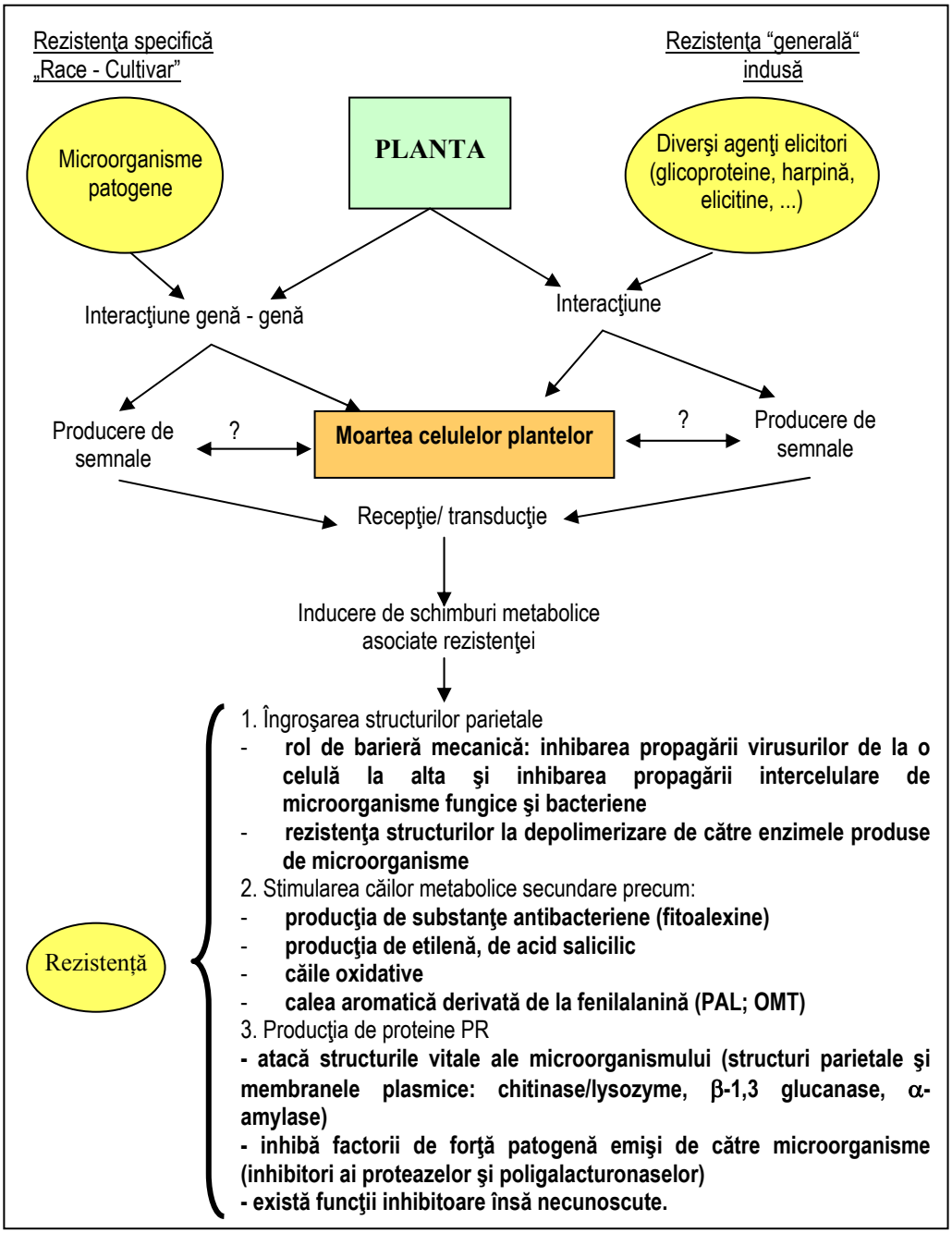
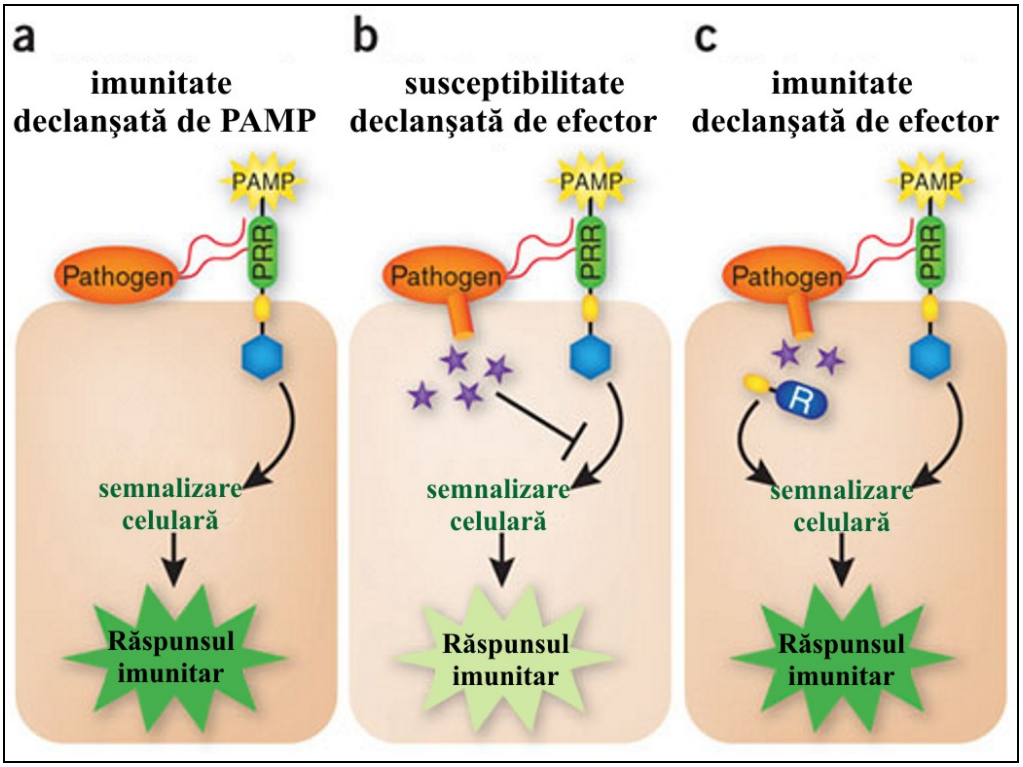


Figura 561. **Principiile generale ale mecanismelor implicate în timpul reacţiei de apărare a plantelor: rezistenţa specifică „Race - Cultivar” sau rezistenţă general indusă**
(**Sursa:** Fritig şi colab., 1996)

O schemă interesantă privind sistemul imunitar al plantelor ne este pus la dispoziție de Pieterse C. şi colab. (2009). Această schemă ne arată totodată că întregul mecanism al imunosistemului se pune în funcțiune la semnalizare celulară, semnalizare care apare numai atunci când patogenul îşi face apariția în zonă. O coordonare genetică legată de mai multe gene (un sistem multigenic) este probabil implicată, şi de aici se întrezăreşte folosirea mecanismelor de transgeneză biomoleculară în optimizarea protecției plantelor prin moderne metodologii de autoapărare.



(a) La atacul patogenului, tiparele moleculare asociate patogenului (PAMP) activează receptorii de recunoaştere a tiparului (PRR) în gazdă, ceea ce rezultă într-o cascadă de semnalizare în aval care duce la o imunitate declanşată de PAMP (PTI).
(b) Patogenii virulenţi au dobândit efectori (stele purpurii care suprimă PTI, ceea ce rezultă în susceptibilitate declanşată de efector (ETS).
(c) În schimb, plantele au dobândit proteine de rezistenţă (R) care recunosc aceşti efectori specifici atacatori, ceea ce rezultă într-un răspuns imunitar secundar, denumit imunitate declanşată de efector.

Figura 562. **Prezentare schematică simplificată a sistemului imunitar al plantei**
(**Sursa:** CMJ Pieterse şi colab., 2009)

14.4. BIOFUNGICIDELE ŞI FUNGICIDELE

Reprezintă a treia cale de integrare în managementul controlului integrat al bolilor.

Biofungicidele sunt produse de sorginte naturală, de regulă organisme sau microorganisme diverse ca proveniență şi care au însuşirea de a distruge, de regulă numai parțial, alte microorganisme patogene. Foarte cunoscut în această direcție este preparatul *Trichoderma harzianum* CTH, ramura T-22 TH, foarte utilizată în agricultura ecologică de seră şi care protejează rădăcinile plantelor de patogeni, ca: *Phythium, Rhizoctonia, Fusarium, Sclerotinia şi Thiclaviopsis*. Tratamentele se fac de regulă preventiv, efectul curativ fiind foarte redus.

Mecanismul de acțiune al biofungicidelor include:

- **Competiție directă.** De aceea, tratament preventiv pentru a se forma o barieră în jurul perişorilor radiculari care să nu permită agentului patogen să penetreze.

- **Antibiosis.** Biofungicidul produce un compus chimic, tip antibiotic sau altă toxină care distruge organismul țintă.

- **Prădare sau parazitism.** Biofungicidul atacă şi digeră patogenul. Pentru ca acest mecanism să funcționeze, biofungicidul este necesar să fie în zona rizosferei în acelaşi timp cu patogenul sau puțin mai devreme.

- **Inducerea rezistenței la planta gazdă** de maniera prezentată în subcapitolul anterior.

Există numeroase biofungicide. Prezentăm spre exemplificare doar câteva, şi anume:

AQ10^{TM} – organismul de biocontrol – *Ampelomyces quisqualis* Q^{10}; organismul țintă: făinarea. Culturile: măr, curcubitacee, struguri, tomate şi plante ornamentale.

Companion TM – Organism de biocontrol: *Bacillus subtilis* GB03 – bactaic. Organisme țintă: *Phytium, Rhizoctonia, Phytophthora* şi *Fusarium*. Culturi: plante târâtoare (castraveți, pepeni), legume frunzoase, plante ornamentale.

Mycostop TM – organism de biocontrol: *Streptomyces griseoviridis* ramura K61. Patogeni țintă: *Fusarium* spp, *Phomopsis* spp, *Botrytis* spp, *Phytium* spp, *Phytophtora* spp. Cultura: culturi de câmp, plante legumicole şi ornamentale.

Mai sunt şi alte produse dar acestea trei plus *Trichoderma* prezentată mai sus sunt cele mai răspândite. Pe site-urile producătorilor se găsesc mult mai multe iar pentru SUA se găsesc pe site-ul www.oarde.ohio-state.edu/apsbec/productlist.htm

14.4.1. Avantajele utilizării biofungicidelor

- Se reduce folosirea fungicidelor.
- Sunt mai sigure la aplicare.
- Unele pot fi utilizate şi ca stimulatori organici de creştere.
- În orice caz sunt mai puțin toxice.
- Unele din ele pot fi utilizate în rotație cu alte pesticide şi agrochimicale (fungicide, insecticide, fertilizanți, compuşi organici).

14.4.2. Dezavantajele biofungicidelor

- Nu vor putea eradica niciodată bolile sau riscul plantei de a fi infectată.
- Au o durată de acțiune mai redusă decât pesticidele.

Autorul acestei cărți nu este un fan al biofungicidelor. Cred că mecanismele întăririi rezistenței plantei față de patogeni, a dezvoltării genetice a imunității va aduce cu adevărat progresul de care are nevoie agricultura viitorului.

14.4.3. Fungicidele

În acest moment sunt produsele cele mai eficiente împotriva bolilor provocate de fungi. Ele sunt produse de sinteză, în majoritate organice, multe dintre ele create după molecule naturale şi care acționează în diverse moduri, pe diferite locații, fac parte din diverse grupe chimice, au un nume şi prezintă un anumit risc de a crea sau de a fi creat rezistență.

Managementul formării de rezistență este o problemă de mare actualitate a managementului fungicidelor. El nu face însă obiectul acestei cărți. Există extrem de numeroase formulări fungicide pe care le găsiți în cărțile de specialitate. Noi încheiem acest capitol cu o sinteză sub formă de tabel efectuată de FRAC (2010) în care găsiți cele mai importante grupe chimice de fungicide, denumirea substanțelor active, modul de acțiune, şi riscul de rezistență pentru toate codurile FRAC (tabelul 148).

Tabelul 148

Clasificarea fungicidelor înregistrate pentru utilizare în Florida de către codul numeric FRAC, modul de acțiune, grupele chimice şi numele substanței active cu indicație a rezistenței riscului

Cod FRAC	Mod de acțiune	Numele grupei	Grupa chimică	Nume/rezistență risc
4	**Asupra sintezei acizilor nucleici**	**PhenylAmides**	**Acylalanines**	Metalaxyl Metalaxyl-M (Mefenoxam) RISC RIDICAT
32		**Heteroaromatics**	**Isothiazolones**	Octhilinone **REZISTENȚĂ NECUNOSCUTĂ**
1	**Asupra mitosei şi a diviziunii celulei**	MBC – Fungicides (Methyl Benzimidazole **Carbamates)**	**Benzimidazoles**	Carbendazim Thiabendazole RISC RIDICAT
			Thiophanates	Thiophanate-methyl RISC RIDICAT
22		**Benzamides**	**Toluamides**	Zoxamide RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
43			**Pyridinylmethyl-benzamides**	Fluopicolide REZISTENȚĂ NECUNOSCUTĂ
7	**Asupra respirației**	**Carboxamides**	**Phenylbenzamides**	Flutolanil RISC MEDIU
			Oxathiincarboxamides	Carboxin Oxycarboxin RISC MEDIU
			Pyridinecarboxamides	Boscalid RISC MEDIU
11		**QoI** – fungicides (**Q**uinone **o**utside I**nhibitors)**	**Methoxy acrylates**	Azoxystrobin RISC RIDICAT
			Methoxy carbamates	**Pyraclostrobin** RISC RIDICAT
			Oximinoacetates	Kresoxim-methyl **Trifloxystrobin** RISC RIDICAT
			Oxazolidinediones	**Famoxadone** RISC RIDICAT
			Dihydrodioxazines	**Fluoxastrobin** RISC RIDICAT
			Imidazolinones	**Fenamidone** RISC RIDICAT
29		Uncouplers of oxidative **phosphorylation**	**2,6-dinitrophenyl crotonates**	**Fluazinam** RISC SCĂZUT

Cod FRAC	Mod de acțiune	Numele grupei	Grupa chimică	Nume/rezistență risc
30		Organo tin **compounds**	**Tri phenyl tin compounds**	**Fentin hydroxide** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
9	**Asupra sintezei aminoacizilor şi proteinelor**	**AP** – fungicides **(Anilino-Pyrimidines)**	**Anilino-pyrimidines**	Cyprodinil **Pyrimethanil** RISC MEDIU
25		Glucopyranosyl **antibiotic**	**Glucopyranosyl antibiotic**	**Streptomycin** RISC RIDICAT
41		**Tetracycline antibiotic**	**Tetracycline antibiotic**	**Oxytetracycline** RISC RIDICAT
13	**Asupra transducției semnalului**	**Quinolines**	**Quinolines**	**Quinoxyfen** RISC MEDIU
12		**PP**-fungicides **(PhenylPyrroles)**	**Phenylpyrroles**	**Fludioxonil** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
2		**Dicarboximides**	**Dicarboximides**	Iprodione **Vinclozolin** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
14	**Asupra sintezei lipidelor şi membranei**	**AH**-fungicides (**A**romatic **H**ydrocarbons**)**	**Aromatic hydrocarbons**	Chloroneb Dicloran **Quintozene (PCNB)** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
		Heteroaromatics	**1,2,4-thiadiazoles**	**Etridiazole** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
28		**Carbamates**	**Carbamates**	**Propamocarb** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
40		**CAA**-fungicides (**C**arboxylic **A**cid **Amides)**	**Cinnamic acid amides**	**Dimethomorph** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
			Mandelic acid amides	**Mandipropamid** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
3	**Asupra biosintezei sterolului în membrane**	**DMI**-fungicides (**De**-**M**ethylation **Inhibitors)**	**Piperazines**	**Triforine** RISC MEDIU
			Pyrimidines	**Fenarimol** RISC MEDIU
			Imidazoles	Imazalil **Triflumizole** RISC MEDIU
			Triazoles	Difenoconazole Fenbuconazole

Cod FRAC	Mod de acțiune	Numele grupei	Grupa chimică	Nume/rezistență risc
				Ipconazole Metconazole Myclobutanil Propiconazole Prothioconazole Tebuconazole Tetraconazole Triadimefon **Triadimenol** RISC MEDIU
5		**Amines (Morpholines)**	**Piperidines**	**Piperalin** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
17		**Hydroxyanilides**	**Hydroxyanilides**	**Fenhexamid** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
19	**Sinteza glucanului**	**Polyoxins**	Peptidyl pyrimidine **nucleoside**	**Polyoxin** RISC MEDIU
P	**Inducerea apărării plantei gazdă**	**Benzo-thiodiazole**	**Benzo-thiadiazole**	**Acibenzolar-S-methyl** REZISTENȚĂ NECUNOSCUTĂ
27	**Mod necunoscut de acțiune**	**Cyanoacetamideoxime**	**Cyanoacetamide-oxime**	**Cymoxanil** RISC SCĂZUT SPRE MEDIU
33		**Phosphonates**	**Ethyl phosphonates**	Fosetyl-Al Phosphorous acid **and salts** RISC SCĂZUT
NC		**Diverse**	**Diverse**	**Uleiuri minerale** **Uleiuri organice** **Potasiu Bicarbonat** **Material de origine biologică** REZISTENȚĂ NECUNOSCUTĂ
M1	**Activitate de contact multi-site**	**Anorganic**	**Anorganic**	**Cupru (diferite săruri)** RISC SCĂZUT
M2				**Sulf** RISC SCĂZUT

Cod FRAC	Mod de acțiune	Numele grupei	Grupa chimică	Nume/rezistență risc
M3		Dithiocarbamates **and relatives**	Dithiocarbamates and **relatives**	Ferbam Mancozeb Maneb Metiram Thiram **Ziram** RISC SCĂZUT
M4		**Phthalimides**	**Phthalimides**	Captan **Folpet** RISC SCĂZUT
M5		**Chloronitriles**	**Chloronitriles**	**Chlorothalonil** RISC SCĂZUT
M7		**Guanidines**	**Guanidines**	Dodine Rezistență inegală raportată în Venturia sugerând că dodine ar putea să nu fie un inhibitor multi-site. **Este recomandat managementul rezistenței.**
***Numerele şi literele sunt folosite pentru a distinge grupele de fungicide. Numerele au fost asociate în concordanță cu momentul introducerii produsului pe piață. Literele reprezintă următoarele: P = inductori ai apărării plantei gazdă; M = activitate de contact multi-site; NC = neclasificat.**				

14.5. MANAGEMENTUL CONTROLULUI INSECTELOR DĂUNĂTOARE (MCID)

A treia grupă mare de concurenți ai plantelor pentru factorii de viață o constituie grupul imens al insectelor dăunătoare.

Insectele fac parte dintr-o grupă mai avansată pe scara evoluției. Există o disciplină specială, care se numeşte **entomologia** şi care s-a desprins din zoologie, întocmai pentru a studia în detaliu exact aceste mici animale, cu corpul segmentat, prezente pe suprafața pământului de peste 250 milioane de ani, născute şi active înainte de naşterea omului şi a agriculturii, dar care astăzi fac atâtea rele agriculturii şi habitatelor umane.

Există peste un milion de specii de insecte cunoscute, inventariate de diferiți autori şi descrise morfologic şi fenologic, unele dintre ele având chiar şi

genomul decodificat. Sute de milioane de ani ele s-au încadrat în ecosistemele naturale şi au trăit după legile ecologice, reglarea populațiilor făcându-se în mod deosebit după abundența hranei, după forța competiției şi condițiile climatice.

Apariția agriculturii a creat o nişă specială de activitate a numeroase insecte, o nişă în care ele se comportă mai ales ca dăunători şi unde legile ecologice ale reglării populațiilor acționează mai puțin sau deloc. Echilibrele sunt distorsionate de intervențiile antropice destinate obținerii unor recolte mari şi de calitate. Diversitatea insectelor este extrem de mare. Un segment al acesteia este prezentat în figura 563 după Enciclopedia britanică. Principalele ordine care ocupă clasa „insecte" sunt prezentate în tabelul 149.

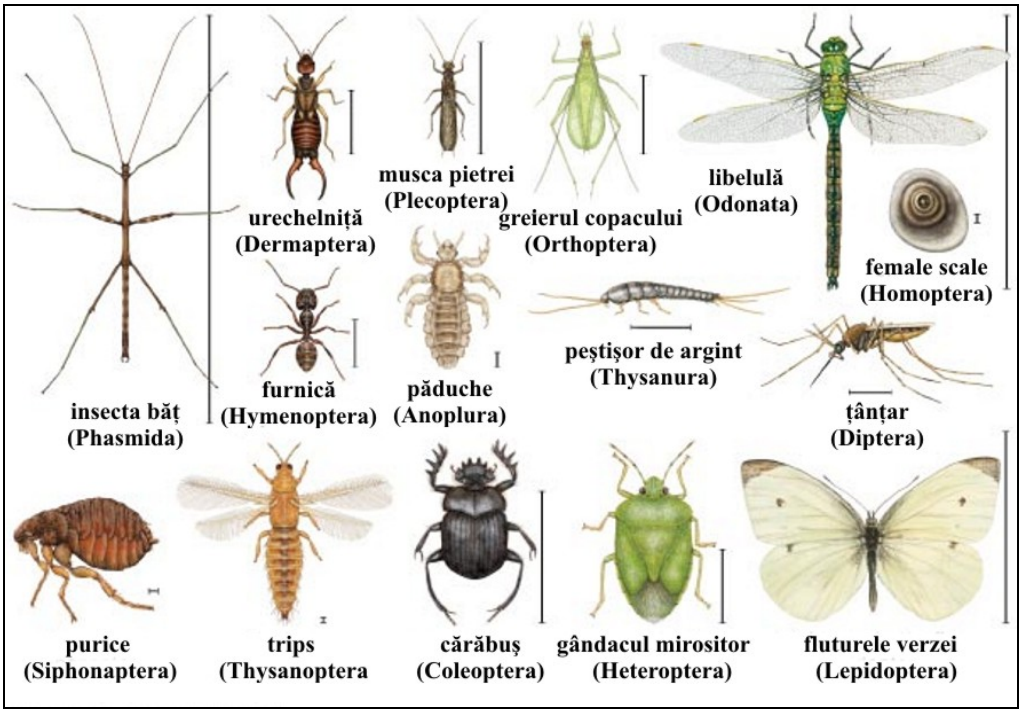


Figura 563. **Diversitatea insectelor** (**Sursa:** Enyclopedia Britanica online, 2010)

Este evident că, exceptând coleopterele, hymenopterele şi parțial dipterele, restul insectelor sunt fitofage. Un pericol real pentru culturile agricole.

Numărul de insecte este foarte mare, ceea ce vorbeşte de la sine despre marea lor diversitate.

Tabelul 149

Estimarea speciilor de fitofagi pentru speciile cunoscute de insecte
(după Montesinos, 1998)

Ordinul	*Procent*
Coleoptere	35%
Himenoptere	11%
Diptere	29%
Lepidoptere	99%
Hemiptere	90%
Ortoptere	99%
Tisanoptere	90%
Phasmoptere	99%
Colembole	50%

Tabelul 150

Numărul de specii descrise în patru ordine principale
(după WCMC, 1992)

Ordinul	Southwood (1978)	Arnett (1985)	May (1988)	Brusca & Brusca (1990)
Coleoptere	350.000	290.000	300.000	300.000
Diptere	120.000	98.500	85.000	150.000
Himenoptere	100.000	103.000	110.000	125.000
Lepidoptere	120.000	112.000	110.000	120.000

În medie circa 600.000 insecte au fost descrise din circa un milion cunoscute.

14.5.1. Insectele, oamenii, producţia şi societatea

Cursurile de entomologie vor pune la dispoziția celor interesați date valoroase despre insecte, despre câte sunt cunoscute, atât dăunătoare cât şi unele cumsecade, cum ar fi albinele de exemplu, care ne îndulcesc de atâtea ori viața, sau buburuzele care ne scapă de multe alte insecte dăunătoare, şi îndeosebi purecii plantelor sau afidele. Materialul de față îşi propune să evalueze dimensiunea economică şi socială a insectelor ca factori de concurență ai plantelor şi să schițeze câteva exemple şi un management al protecției culturilor agricole ca premiză a producțiilor ridicate şi a siguranței hranei fără abuz de insecticide, care constituie cele mai toxice agrochimicale.

Daunele produse de insecte culturilor pot fi:

Directe:

- Atacă rădăcina şi provoacă uscarea plantelor (*Melolontha melolantha*).
- Atacă frunzele şi tulpinile, reduc fotosinteza şi la invazie masivă provoacă pagube de până la 100%.
- Atacă florile.
- Atacă fructele.

După **locul unde atacă** putem avea:

- Insecte care atacă în sol (cărăbuşul de mai)
- Insecte care atacă în zona aeriană (90% din ele).
- Insecte care atacă în depozite (insecte de depozit)

În fond, fiecare categorie de plante poate fi atacată şi poate primi pagube în mai multe puncte ale sistemului nutriţional (figura 564).

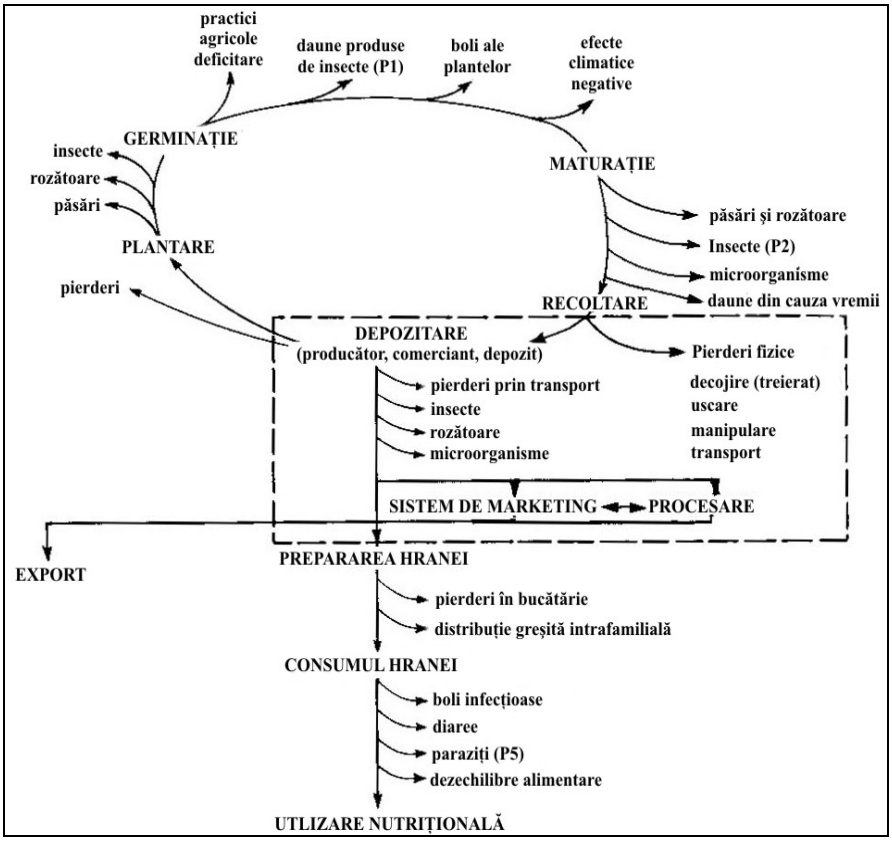


Figura 564. **Intervenţia insectelor în realizarea pierderilor totale pe fluxul cerealelor de la semănatul în câmp şi până la valorificarea nutriţională (nivel fermă)** (prelucrat după Harris L.C. şi colab., 1976)

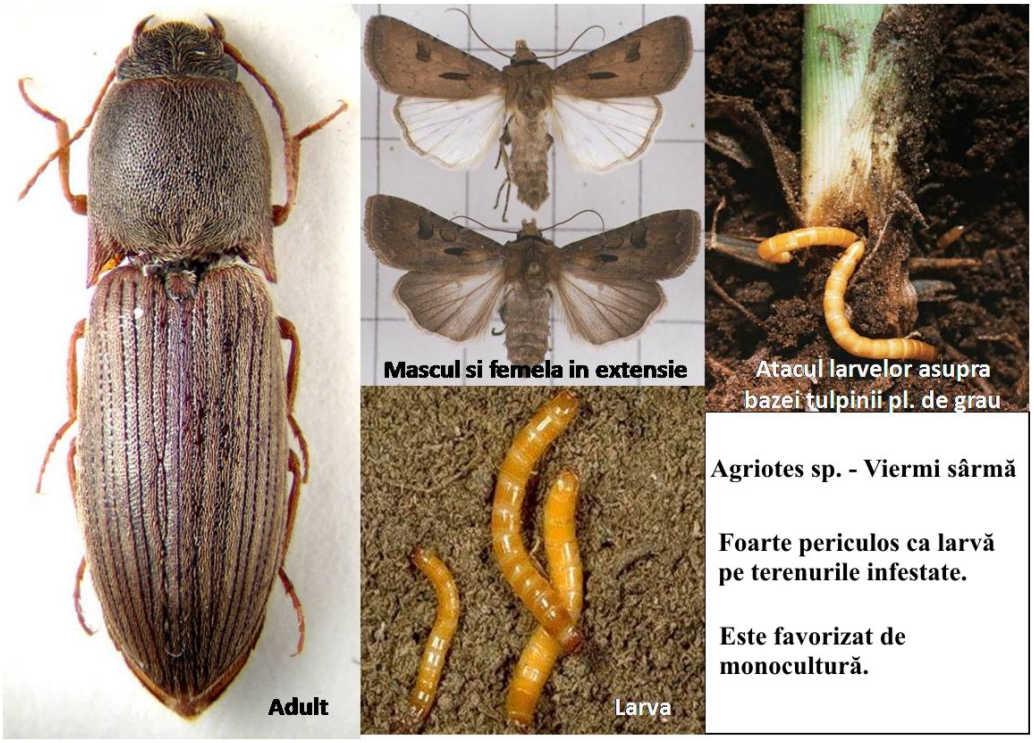
14.5.2. Studiu de caz la cereale

Datele prezentate în figura anterioară demonstrează că în cel puțin 5 puncte de pe traseul câmp-alimente dăunătorii sub formă insecte sunt prezenți și produc pagube. Pagubele totale produse la grâu sunt: $P_G = \Sigma$ (P1 + P2 + P3 + P4 + P5) în care pagubele totale (P_G) pot fi foarte variabile în funcție de managementul practicat de fermier sau agricultor.

În P1 intră, de regulă, produsele obținute în timpul vegetației. Dacă luăm cultura grâului, acestea pot fi provocate de:

P1.1 – **Viermii sârmă** (*Agriotes sp*).

Foarte periculoşi, atacă baza tulpinii, favorizați de monocultură.



P1.2 **Gândacul ghebos** (*Zabrus tenebrioides*). Atacă rar, dar atacă bine. Larva devorează rădăcinile iar adultul plantele, mai ales la bază. Este ajutat de monocultură şi vremea caldă.

Zabrus tenebroides - Gândacul ghebos

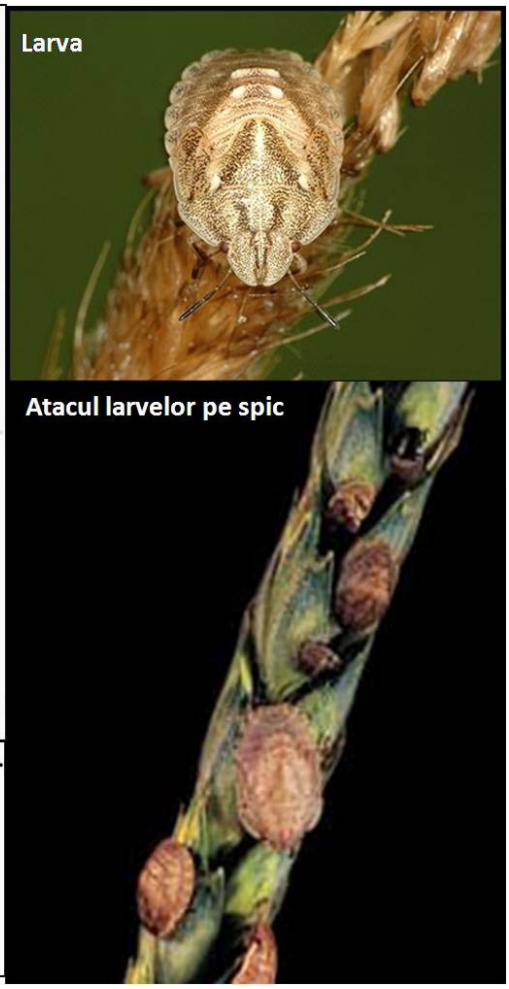
Când atacă este foarte periculos, atât ca adult, cât şi ca larvă.
Se înmulţeşte uşor în monoculturi.

P1.3 **Ploşnița cerealelor** (*Eurigaster integriceps, Eurigaster maura*).

Este un dăunător foarte periculos cu atac neregulat şi care poate compromite calitatea glutenului, şi deci al făinii. Larvele insectei care atacă frecvent spicul în perioada lapte – ceară – maturitate, injectează în bobul de grâu enzime proteolitice şi amilolitice, producând o distrugere a glutenului. Începând cu 2% sămânță integrală atacată, făina de grâu nu mai este panificabilă, pâinea nu mai creşte, iar grâul este declasat pentru furajare sau alcool etilic. În SUA pagubele cauzate de Eurigaster sunt de zeci de milioane de dolari. De milioane de euro au fost şi în România în 2010 – cultura se controlează în permanență şi nu sunt admişi mai mulți de doi adulți/m^2. Este necesar ca ei să fie rapid scoşi din cultură.

Eurygaster integriceps - Ploşniţa cerealelor

Dăunător foarte periculos, cu extindere mare, care atacă ca adult, dar mai ales ca larve. Este necesar să fie bine controlat pentru că el afectează nu numai cantitatea, dar mai ales calitatea grâului.



P1.4 **Viermele roşu al paiului** (*Haplodiplosis marginata*).

Atacă mai ales pe vreme uscată în luna mai şi poate compromite cultura mai ales dacă larvele au ocupat interiorul paiului. Şi acest dăunător este favorizat de monocultură. În ultimul timp, anual sunt infectate în România până la 70.000 ha/an. Are o singură germinaţie pe an şi iernează în sol ca larvă la 3-4 cm.

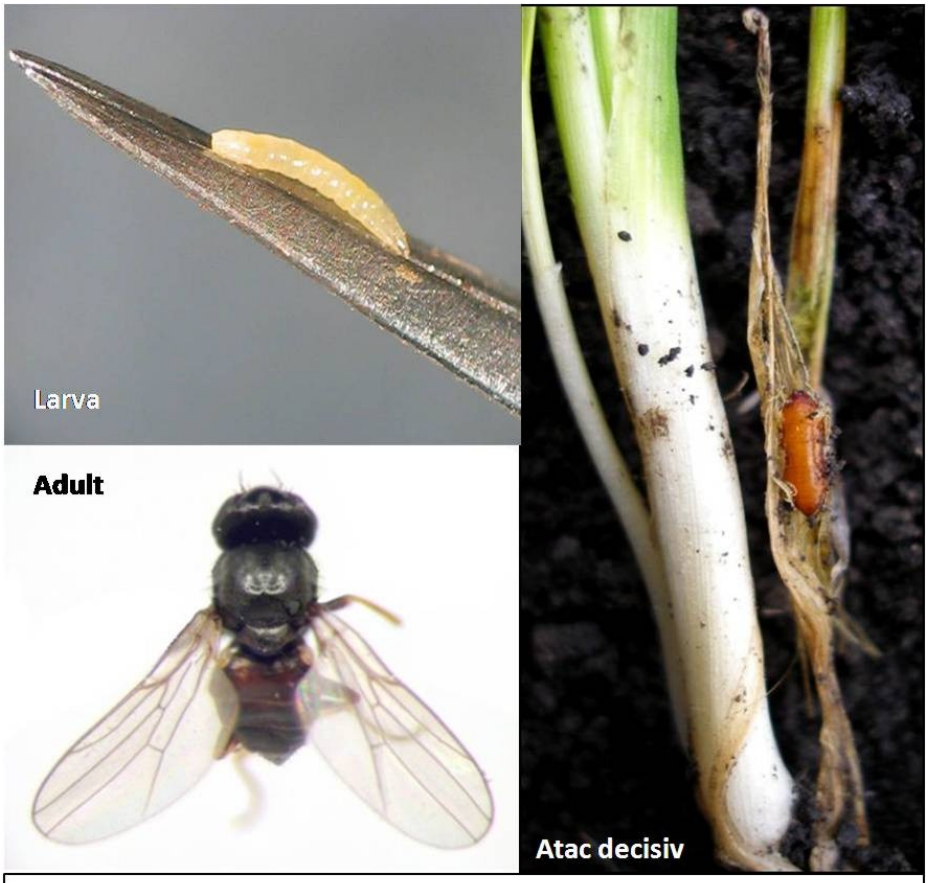
Atenţie! Pentru combaterea acestui dăunător în afara unui număr foarte mare de dăunători se poate apela la bioinsecticide. Conform unui proiect al Greenwich ouăle de ploşniţă pot fi parazitate de o altă insectă, iar larvele de un fung patogen (Wikipedia engleză).

Haplodiplosis marginata - Viermele roşu al paiului

Atacă uneori până la compromitere. Circa 70.000 ha cu grâu sunt anual infestate. Larvele sunt deosebit de periculoase. Ele hibernează în sol.

P1.5 **Musca suedeză** (*Oscinela frit*)

Este un dăunător bine stabilizat ecologic mai ales în Transilvania şi Moldova, însă în anul 2008 a fost întâlnit şi în sudul țării. Este o dipteră care produce 2-3 generații pe an şi de aceea este mai periculoasă decât *Haplodiplosis*. Pagube mari poate cauza şi germinația de toamnă.

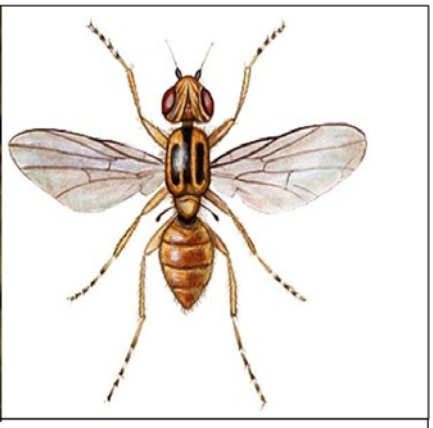


Oscinella frit - Musca suedeză

Dăunător foarte dezvoltat, care produce pagube mari, mai ales în Transilvania şi Moldova; 2-3 generaţii/an, larva hibernează în sol. Acestea produc uneori daune decisive.

P1.6 **Musca galbenă a cerealelor** (*Chloropis pumilionis*)

Este prezentă în toată ţara şi ne oferă două generaţii/an. Atacul este asemănător cu cel al muştei suedeze. Atacul revine în forţă ori de câte ori se întâlnesc condiţii ecologice şi climatice favorabile. Monocultura o ajută mult.

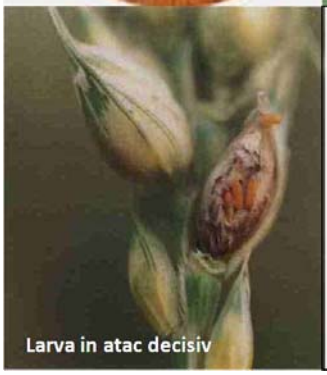


Chlorops pumilionis - Musca galbenă a cerealelor

Prezentă în toate zonele în 2 generații/an.
Atacul seamănă cu cel de la musca suedeză.

P1.7 **Musculița florilor de grâu** (*Contarinia tritici*)

Este cantonată în Transilvania, dar în condiții favorabile de climă şi structură a culturilor coboară şi în sud. Adultul e mic, 2-3 mm, iar larva este alungită, de culoare galbenă-roşcată. Daunele sunt provocate de larve care consumă ovarul din spiculețe provocând sterilitate spicelor.



Contarinia tritici - Musculița florilor de grâu

Este prezentă mai ales în Transilvania, dar în unii ani (vezi 2006) coboară şi în sud.

Are 1-2 generații/an.
Hibernează ca larvă.
Spicele atacate rămân subțiri şi scurte.
Larvele produc daune.

Alte diptere care pot ataca grâul şi sunt foarte prezente în unii ani:

Mayetiola destructor - Musca de Hesa

Meromyza nigriventris - musca galbenă a spicelor

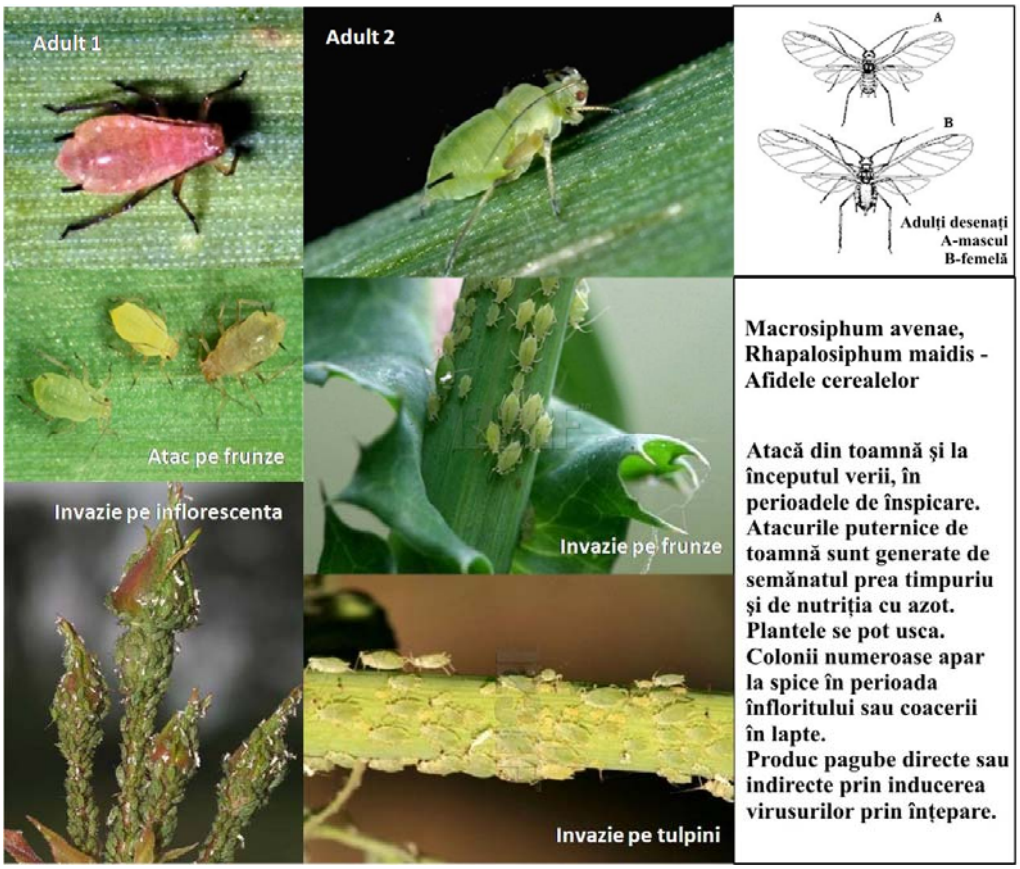
Delia cordata - musca cenuşie a cerealelor

Phorbia secuus (Phorbia peniciliffera) - musca neagră a cerealelor.

Ecologic vorbind, nu toate dipterele prezentate mai sus ca dăunători periculoşi ai grâului atacă în acelaşi timp. Au existat însă ani când, de exemplu, în câmpurile noastre experimentale de la Modelu, Călăraşi am întâlnit câte 3 - 4 specii, mai ales în anii 2007 şi 2008, dar şi în 2003.

Alți dăunători periculoşi mai sunt:

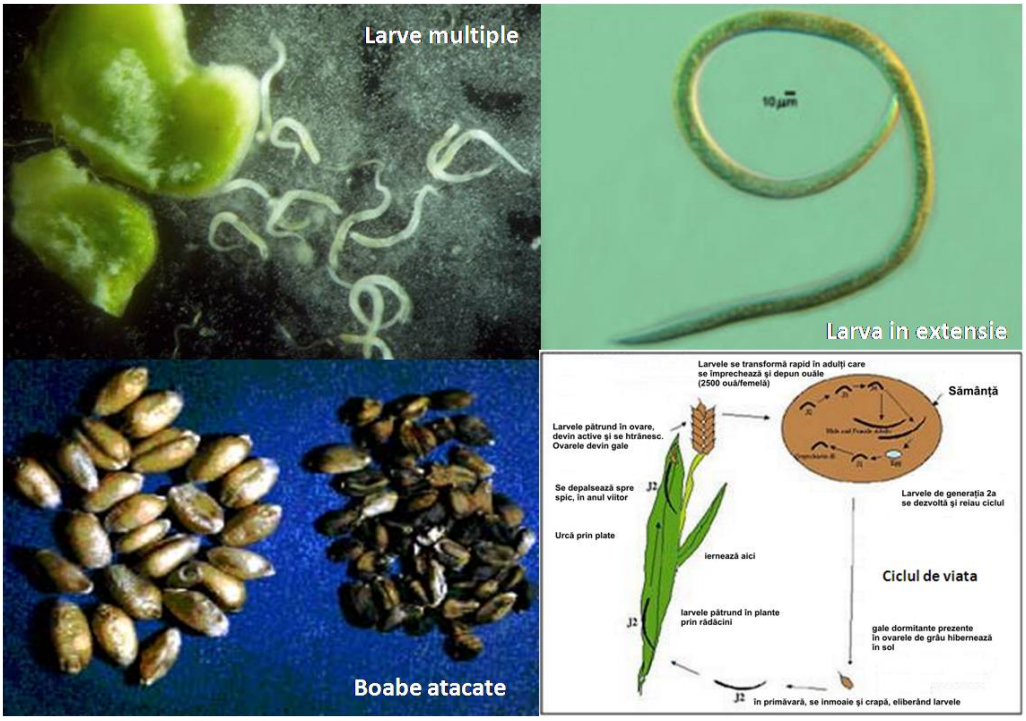
- *Macrosiphum aveneae*
- *Ropalosiphum maidis*
- Afidele cerealelor.



Sunt dăunători cu mare forță de penetrare, cu multe generații pe an, atacurile cele mai periculoase fiind cele de toamnă, mai ales dacă se seamănă timpuriu. Produc pagube directe prin absorbția conținutului boabelor în inflorescență dar şi indirecte prin inducerea virusurilor, așa cum s-a văzut în capitolul anterior.

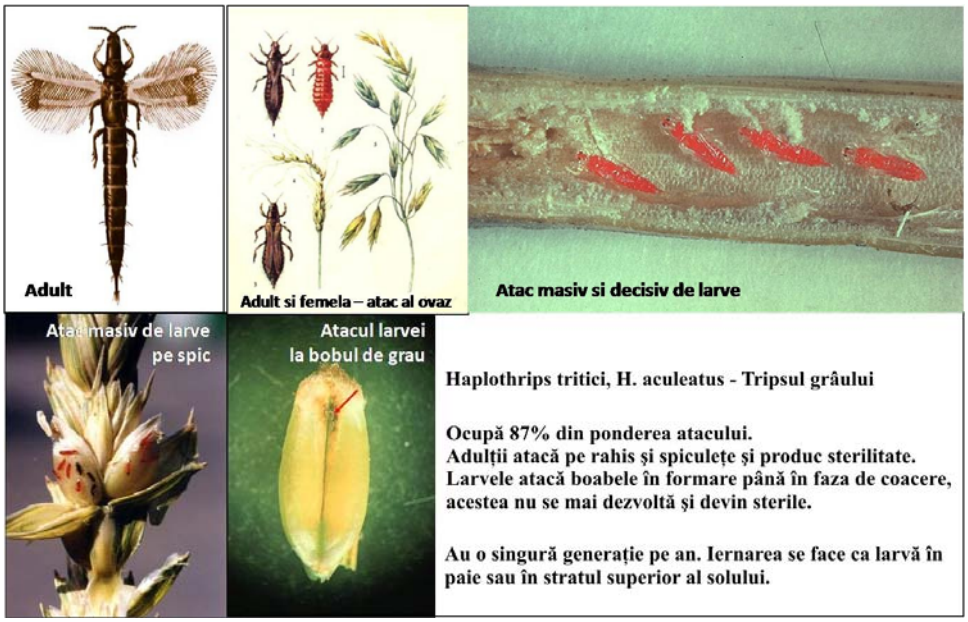
Anguina tritici - **Nematodul boabelor de brâu**

Este polivalent, nu atacă numai la grâu şi este extrem de periculos. Producția poate fi uşor redusă cu 70% dacă atacă. Are o capacitate mare de înmulțire, se găseşte în sol şi poate dezvolta până la 10.000 larve juvenile/kg sol. Atacă tulpinile şi apoi florile şi boabele. În semințe poate rămâne în stare dormitantă, de unde reinfestează în anul următor. Tratamentele de control sunt legate mai mult de sanitația culturii şi de asolament.



Haplodiplosis tritici, Haplodiplosis aculeatus. **Tripsul grâului**.

Este de asemenea de nedorit în culturi, aducând pagube în caz de atac masiv de până la 90%. Nu există practic mijloace chimice de combatere, pentru că formele de dezvoltare sunt ascunse. Iernează în sol sau în resturi şi are o singură germinație pe an.



Anisoplia spp. **Cărăbuşul cerealelor**

Este răspândit în toate zonele şi este periculos la densitate mare pentru că devorează spicele şi boabele. Un adult poate distruge 10 spice/an. La un adult/m^2 dispar 100 spice, ceea ce înseamnă cel puțin 1000 kg/ha. Iernează în sol sub formă de pupă.

Melolontha melolontha. **Cărăbuşul de mai**

Este polivalent, dar poate produce pagube mari prin atacul larvelor asupra rădăcinilor cerealelor. La atacuri mari pagubele sunt importante. Atacul se realizează uneori în vetre. Este prezent mai ales în sudul ţării şi cu deosebire în Dobrogea.

Melolontha melolontha - Cărăbuşul de mai

Pagube mari în unii ani, mai ales în Dobrogea.
Atac sub formă de vetre. daune mari la atacuri importante.
Larve corp luminos, 40-50 mm lungime, alb-gălbui.
O generaţie la 3-4 ani.
Iernează ca larvă în sol.

Cnephasia pasiuana. **Omida minieră a cerealelor**

Apare mai rar ca dăunător dar atunci când atacă o face prin larve, fiecare larvă e micuţă la început şi apoi mare (10-12 mm la maturitate) atacă

minier, sub formă de canale, inclusiv spicul. O larvă distruge 3-4 spice, iar la atac mare pagubele sunt semnificative.

Cnepasia pasinana - Omida minieră a cerealelor

Prezentă în Dobrogea şi Bărăganul de est.
Adult - fluture mic de 16-18 mm, culoare aurie.
Larve neonate, 1 mm lungime la început, 11-12 mm la sfârşitul dezvoltării, de culoare roşie la început şi galben-albicios la dezvoltare. Pupa de culoare maronie. Iernează ca larvă. Aceasta se deplasează pe plante şi se hrăneşte minier. Atacă şi spicul sub formă de canale. O larvă distruge 3-4 spice.

Dacă la cele prezentate mai sus adăugăm viespile cerealelor, *Cephus pygmaeus* şi *Trachelus tabidus* avem practic prezentate sub forma unui film toată entomologia grâului, care, după cum se vede, este bine reprezentată.

Acesta a fost un exemplu asupra modului cum ar trebui inventariați şi monitorizați dăunătorii fiecărei culturi din structura acestora. Consultanții ar fi bine să dețină asemenea informații la nivel județean sau macrozonal.

***Atenție,* dipterele sunt insecte greu de depistat şi apariția lor ca şi a daunelor provocate de ele pot fi foarte mari. Specialistul agricol are obligația ca cel puțin la 2 zile să efectueze un control în cultură. Va depista dipterele prin densitatea mare a zborului lor deasupra culturii.**

Mai puțin specializații confundă dipterele cu alte muşte sau chiar cu țânțarii. Pe aceştia îi informăm că țânțarii nu zboară masiv deasupra culturilor în zi însorită.

La alte culturi, mai există o serie întreagă de insecte extrem de dăunătoare, despre care am mai vorbit în această lucrare care necesită o atenție şi monitorizare deosebită. Între ele amintim:

- La porumb *Tanymecus dilaticollis* (gărgărița porumbului), care atacă în faza de vegetație timpurie fie prin retezarea plantelor, fie prin muşcături asupra frunzelor şi tulpinilor. Larvele coboară la 20-50 cm sub nivelul solului şi consumă rădăcinile.

Figura 565. ***Tanymecus dilaticollis*** **(gărgăriţa porumbului)**

- *Ostrinia nubilaris*, dăunător periculos, mai ales pentru monocultură, cunoscut în limba română ca sfredelitorul porumbului sau în engleză *European corn borer*. Există două rase, E şi Z, Z fiind mai agresivă şi mai polifagă. Atacă şi la hamei provocând pagube grele în sudul Germaniei.

Pagubele conduc la frângerea tulpinilor şi apoi pe urmele lăsate de larvă intră specia de fung *Fusarium*, care face porumbul de nefolosit pentru boabe şi siloz. În acest caz el mai poate fi folosit doar ca biomasă energetică în reactoarele pentru biogaz.

Figura 566. ***Ostrinia nubilaris*** **(sfredelitorul porumbului);** stânga: **adult,** dreapta: **larvă roza Z**

Aşa cum se va vedea, controlul speciei de *Tanymecus* poate fi realizat în procent de 80% prin tratamentul cu insecticide al seminţelor. Pentru *Ostrinia* există un singur insecticid eficient, şi anume Oxideazinoll.

Combaterea cu bioinsecticide ca şi cea cu ajutorul biologiei moleculare (porumb BT) rămân fundamentale. Asolamentele, lucrările solului şi sanitatea terenului rezolvă problema în procent de 60%.

Tot la porumb devine din ce în ce mai periculoasă *Diabrotica virgifera* despre care s-a vorbit în acest material la capitolul *Asolamente*. Culturi principale ca rapiță, soia, floarea-soarelui, cartoful, sunt vizitate frecvent de dăunători care reduc producția şi înrăutățesc starea calitativă a recoltelor.

Unii dintre dăunătorii culturilor noastre sunt deja de „referinţă”. Ne-am luptat cu ei şi ne vom lupta câtă vreme vom exista. Reamintim doar câțiva dintre ei, neprezentați mai sus.

- *Ceutorhynchus picitarsis* - gândacul mugurelui terminal,
- *Meligethes aeneus* - gândacul lucios al rapiței,
- *Athalia Rosae* - viespea rapiței,
- *Entomoscelis adonidis*, gândacul roşu al rapiței.

Aceştia atacă separat sau împreună, şi pot provoca pagube până la 30-60% din producția estimată. Combaterea lui *Meligethes* este bine să se facă înainte de înflorire, căci rapița este o foarte bună meliferă, şi din necunoştinţă sau ignorare pot fi distruse familii întregi de albine, mai ales dacă se tratează cu un insecticid nepotrivit.

Ceutorhynchus atacă atât în toamnă cât şi în primăvară, ciclul lui de viață este prezentat în figura 567, fiind considerat cel mai periculos dăunător al rapiței.

Cercetătorii francezi de la CETIOM consideră că rotațiile lungi sunt cea mai bună măsură contra acestui dăunător periculos.

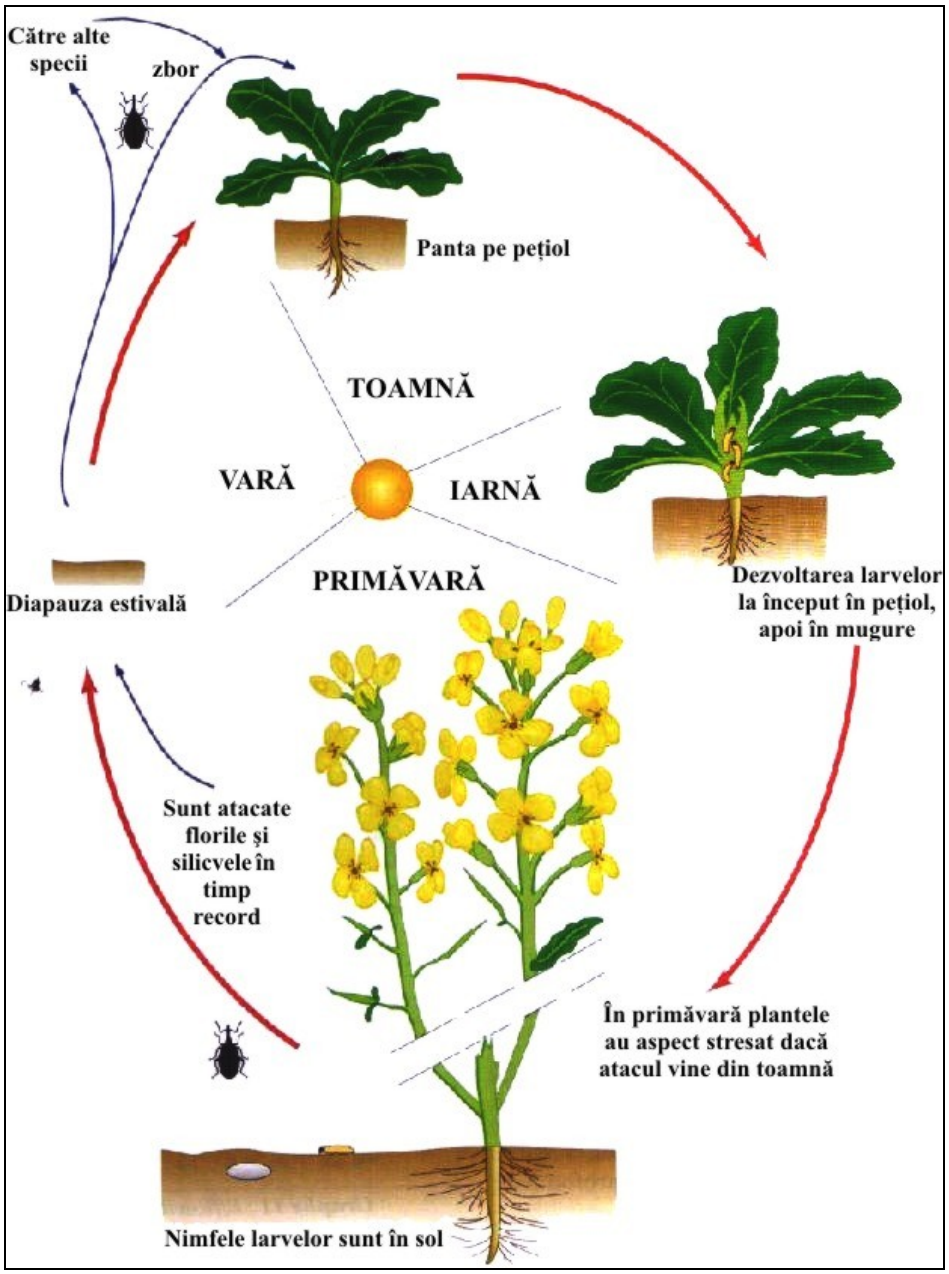


Figura 567. **Gărgărița butonilor florali ai rapiței (*Ceutorynchus picitarsis Gyll.*)**
(**Sursa:** CETIOM, Franța)

La **floarea-soarelui** numărul de dăunători este relativ redus. Dacă în primăvară cultura a fost protejată prin tratamente la sămânță contra rățișoarei (*Tanymecus*) putem spune că, de-acum cultura este salvată.

Mai poate exista pericolul unor insecte polifage cum ar fi lăcustele sau omizile păroase, dar acest risc care apare în condiții specifice din zone nemonitorizate poate fi în egală măsură un pericol şi pentru alte culturi.

La cultura cartofului: pe lângă numeroasele boli, cartoful este gazda unuia dintre cei mai controversați dăunători, şi anume gândacul din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*). După cum îi spune şi numele, dăunătorul provine din statul Colorado, parazitând o specie de cartof sălbatic denumită *Solanum rostratum* (figura 568). Cartoful provine din partea de vest a Americii de Sud.

La puțini ani de la introducerea cartofului în Europa, mai exact în 1877, gândacul a fost adus în portul Liverpool cu material de plantat şi tot în acel an a fost găsit în două localități din Germania (Mulheim am Rhein şi Torgau). În Europa gândacul a făcut pagube mari. Poate cea mai cunoscută este cea din 1922 când în zona Bordeaux au fost distruse complet 250 km^2 de cultură de cartof. Până în 1960 gândacul a ocupat toate teritoriile cultivate cu cartof din lume (figura 568).

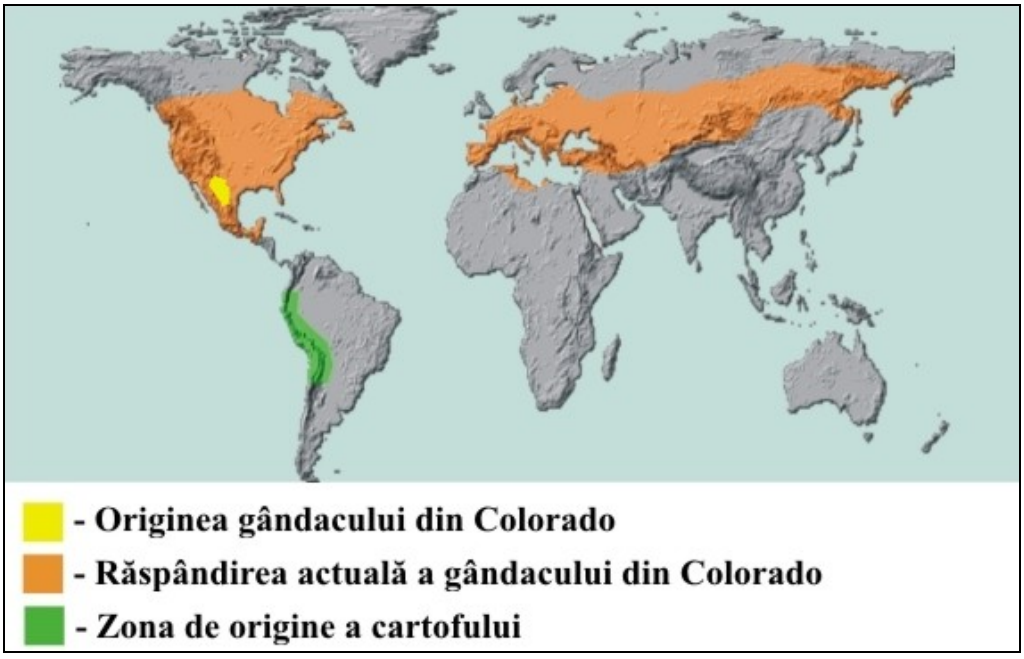


Figura 568. **Originea şi răspândirea gândacului din Colorado la nivelul anului 2010** (**Sursa:** Wikipedia în limba germană)

Larvele sunt cu mult mai lacome decât adultul şi la densitate mare pot devora cultura de bază în scurtă vreme. Gândacul atacă şi alte solanacee, mai ales în grădinile de legume, vinetele fiind la fel de preferate ca şi cartoful. În unele cazuri, gândacul devine polifag şi poate ataca roşiile, ardeiul şi alte culturi.

Până în prezent sunt necunoscuți dușmanii naturali sau alte forme de reducere a populației. Un anumit efect poate fi obținut cu *Bacillus turigiensis* (BT) şi în special cu insecticidele. Se caută insecticide eficiente şi puțin toxice. Gândacul devine însă destul de repede rezistent. Din aceste motive, modelele preventive de control, precum asolamentul, stropirile pentru distrugerea adultului etc., sunt mult mai preferate în agricultura modernă decât încercarea de a combate larvele. În ultimul caz presiunea poluantă a câmpului creşte foarte mult.

Figura 569. **Gândacul din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) sub formă de adult** (stânga) **şi larvă** (dreapta)

Există numeroase alte insecte care ar putea face obiectul acestui material. Nu acesta este scopul acestei cărți, ci doar acela al exemplificării. În final, în figura 570 vă prezentăm o schemă managerială a controlului dăunătorilor, în figura 571 o schemă a mecanismului de acțiune a insecticidelor după IRAC, 2010, iar în figura 572 sunt prezentate după IRAC principalele locații de acțiune ale diferitelor produse la principalele grupe de insecte.

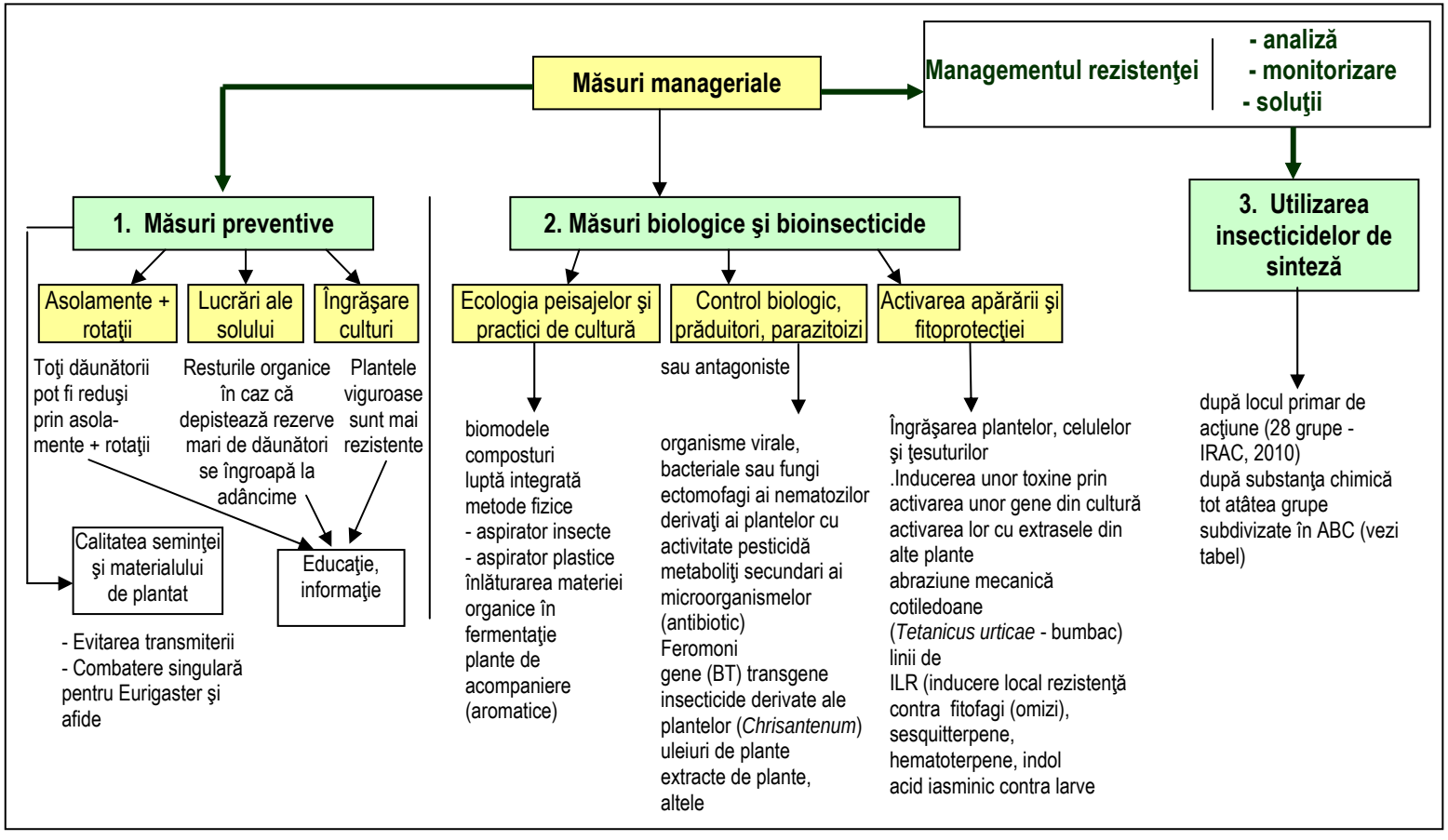


Figura 570. **Algoritmul managementului integrat al controlului dăunătorilor** (original)

* *
*

Controlul insectelor, alături de cel al bolilor şi dăunătorilor face parte dintr-un management mai larg, despre care am vorbit, şi anume managementul protecției culturilor. Se consideră că în ciuda agresiunilor insectelor, pagubele aduse culturilor de agresiunea factorilor abiotici este cu mult mai mare, iar în acest moment se fac eforturi deosebite în cercetarea internațională pentru a crea o nouă normalizare a noii normalități, solicitată de noile condiții climatice, de efectele crizelor de tot felul pentru durabilitatea reală a sistemelor biologice pe planeta Terra. A apărut sloganul privind necesitatea creării unei noi durabilități a durabilității.

Grupa principală/locul principal de acţiune	Subgrupa chimică sau activă	Substanţe active
1. Inhibitori ai acetilcolinesterazei (AChE) Acţiune nervoasă	**1A** Carbamaţi	Alanycarb, Aldicarb, Bendiocarb, Benfuracarb, Butocarboxim, Butoxycarboxim, Carbaryl, Carbofuran, Carbosulfan, Ethiofencarb, Fenobucarb, Formetanate, Furathiocarb, Isoprocarb, Methiocarb, Methomyl, Metolcarb, Oxamyl, Pirimicarb, Propoxur, Thiodicarb, Thiofanox, Triazamate,Trimethacarb, XMC, Xylylcarb
	1B Organofosfaţi	Acephate, Azamethiphos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Cadusafos, Chlorethoxyfos, Chlorfenvinphos, Chlormephos, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Coumaphos, Cyanophos, Demeton-S-methyl, Diazinon, Dichlorvos/ DDVP, Dicrotophos, Dimethoate, Dimethylvinphos, Disulfoton, EPN, Ethion, Ethoprophos, Famphur, Fenamiphos, Fenitrothion, Fenthion, Fosthiazate, Heptenophos, Imicyafos, Isofenphos, Isopropyl *O*-(methoxyaminothio-phosphoryl) salicylate, Isoxathion, Malathion, Mecarbam, Methamidophos, Methidathion, Mevinphos, Monocrotophos, Naled, Omethoate, Oxydemeton-methyl, Parathion, Parathion-methyl, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Pirimiphos-methyl, Profenofos, Propetamphos, Prothiofos, Pyraclofos, Pyridaphenthion, Quinalphos, Sulfotep, Tebupirimfos, Temephos, Terbufos, Tetrachlorvinphos, Thiometon, Triazophos, Trichlorfon, Vamidothion

Grupa principală/locul principal de acţiune	Subgrupa chimică sau activă	Substanţe active
2. Antagonişti de canal clorură GABA-limitat Acţiune nervoasă	**2A** Organoclorine ciclodiene	Chlordane, Endosulfan
	2B Fenilpirazoli (Fiproli)	Ethiprole, Fipronil
3. Modulatori canal sodiu Acţiune nervoasă	**3A** Piretroizi Piretrine	Acrinathrin, Allethrin, d-*cis-trans* Allethrin, d-*trans* Allethrin, Bifenthrin, Bioallethrin, Bioallethrin S-cyclopentenyl isomer , Bioresmethrin, Cycloprothrin, Cyfluthrin, *beta*-Cyfluthrin, Cyhalothrin, *lambda*-Cyhalothrin, *gamma*-Cyhalothrin, Cypermethrin, *alpha*-Cypermethrin, *beta*-Cypermethrin, *theta*-cypermethrin, *zeta*-Cypermethrin, Cyphenothrin , (1*R*)-*trans*- isomers], Deltamethrin, Empenthrin , (*EZ*)- (1*R*)- isomers], Esfenvalerate, Etofenprox, Fenpropathrin, Fenvalerate, Flucythrinate, Flumethrin, *tau*-Fluvalinate, Halfenprox, Imiprothrin, Kadethrin, Permethrin, Phenothrin [(1*R*)-*trans*- isomer], Prallethrin, Pyrethrins (pyrethrum), Resmethrin, Silafluofen, Tefluthrin, Tetramethrin, Tetramethrin [(1*R*)-isomers], Tralomethrin, Transfluthrin,
	3B DDT Metoxiclor	DDT Methoxychlor
4. Receptori (nAChR) nicotinic acetilcolin Acţiune nervoasă	**4A** Neonicotinoizi	Acetamiprid, Clothianidin, Dinotefuran, Imidacloprid, Nitenpyram, Thiacloprid, Thiamethoxam
	4B Nicotină	Nicotină
5. Activatori alosterici ai receptorilor (nAChR) nicotinic acetilcolin Acţiune nervoasă	Spinosine	Spinetoram, Spinosad
6. Activatori clorură canal Acţiune nervoasă şi musculară	Avermectine, Milbemicine	Abamectin, Emamectin benzoate, Lepimectin, Milbemectin
7. Simulatori hormonali juvenili Reglare creştere	**7A** Analogi hormon juvenil	Hydroprene, Kinoprene, Methoprene
	7B Fenoxicarb	Fenoxicarb
	7C Piriproxifen	Piriproxifen

Grupa principală/locul principal de acţiune	Subgrupa chimică sau activă	Substanţe active
8. Inhibitori nespecifici diverşi (locaţii multiple)	**8A** Alkil halide	Methyl bromide şi alte alkil halide
	8B Cloropicrin	Cloropicrin
	8C Fluorură sulforil	Fluorură sulforil
	8D Borax	Borax
	8E Tartar emetic	Tartar emetic
9. Blocanţi alimentari selectiv homopteran Acţiune nervoasă	**9B** Pimetrozine	Pimetrozine
	9C Flonicamid	Flonicamid
10. Inhibitori creştere acarine Reglare creştere	**10A** Clofentezine Hexythiazox Diflovidazin	Clofentezine, Hexythiazox, Diflovidazin
	10B Etoxazole	Etoxazole
11. Dezmembratori microbieni ai membranelor părţii de mijloc a tubului digestiv la insecte	*Bacillus thuringiensis* sau *Bacillus sphaericus* şi proteine insecticide pe care le produc	*Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* *Bacillus sphaericus* *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* Bt crop proteins: Cry1Ab, Cry1Ac, Cry1Fa, Cry2Ab, mCry3A, Cry3Ab, Cry3Bb, Cry34/35Ab1
12. Inhibitori ai sintazei mitocondriene ATP Metabolismul energiei	**12A** Diafenthiuron	Diafenthiuron
	12B Miticide organotin	Azocyclotin, Cyhexatin, Fenbutatin oxide
	12C Propargite	Propargite
	12D Tetradifon	Tetradifon
13. Decuplanţi ai fosforilării oxidative via disrupere gradient proton Metabolismul energiei	Chlorfenapyr DNOC Sulfluramid	Chlorfenapyr DNOC Sulfluramid
14. Blocanţi ai receptorilor de canal (nAChR) nicotinic acetilcolin Acţiune nervoasă	Analogi nereistoxin	Bensultap, Cartap hydrochloride, Thiocyclam, Thiosultap-sodium
15. Inhibitori ai biosintezei chitinei, tip 0 Regulator creştere	Benzoiluree	Bistrifluron, Chlorfluazuron, Diflubenzuron, Flucycloxuron, Flufenoxuron, Hexaflumuron, Lufenuron, Novaluron, Noviflumuron, Teflubenzuron, Triflumuron
16. Inhibitori ai biosintezei chitinei, tip 1 Regulator creştere	Buprofezin	Buprofezin

Grupa principală/locul principal de acţiune	Subgrupa chimică sau activă	Substanţe active
17. Disruptor năpârlire, Dipteran Regulator creştere	Cyromazine	Cyromazine
18. Receptor ecdsoni Regulator creştere	Diacylhydrazines	Chromafenozide, Halofenozide, Methoxyfenozide, Tebufenozide
19. Receptori octopamină Acţiune nervoasă	Amitraz	Amitraz
20. Inhibitori transport electroni complex III mitocondrian Metabolism energie	**20A** Hydramethylnon	Hydramethylnon
	20B Acequinocyl	Acequinocyl
	20C Fluacrypyrim	Fluacrypyrim
21. Inhibitori transport electroni complex I mitocondrian Metabolism energie	**21A** METI acaricide şi insecticide	Fenazaquin, Fenpyroximate, Pyrimidifen, Pyridaben, Tebufenpyrad, Tolfenpyrad
	21B Rotenone	Rotenone (Derris)
22. Blocanţi canal sodiu dependenţi de voltaj Acţiune nervoasă	**22A** Indoxacarb	Indoxacarb
	22B Metaflumizone	Metaflumizone
23. Inhibitori de acetil CoA carboxilasă Sinteza lipidelor, regulator creştere	Derivaţi tetronici şi ai acidului tetramic	Spirodiclofen, Spiromesifen, Spirotetramat
24. Inhibitori transport electroni complex IV mitocondrian Metalobism energie	**24A** Phosphine	Aluminium phosphide, Calcium phosphide, Phosphine, Zinc phosphide
	24B Cyanide	Cyanide
25. Inhibitori transport electroni complex II mitocondrian Metalobism energie	Cyenopyrafen	Cyenopyrafen
28. Modulatori receptor rianodină Acţiune nervoasă şi musculară	Diamide	Chlorantraniliprole, Flubendiamide
UN Compuşi cu mod de acţiune necunoscut sau nesigur	Azadirachtin	Azadirachtin
	Benzoximate	Benzoximate

Grupa principală/locul principal de acţiune	Subgrupa chimică sau activă	Substanţe active
	Bifenazate	Bifenazate
	Bromopropylate	Bromopropylate
	Chinomethionat	Chinomethionat
	Cryolite	Cryolite
	Cyflumetofen	Cyflumetofen
	Dicofol	Dicofol
	Pyridalyl	Pyridalyl

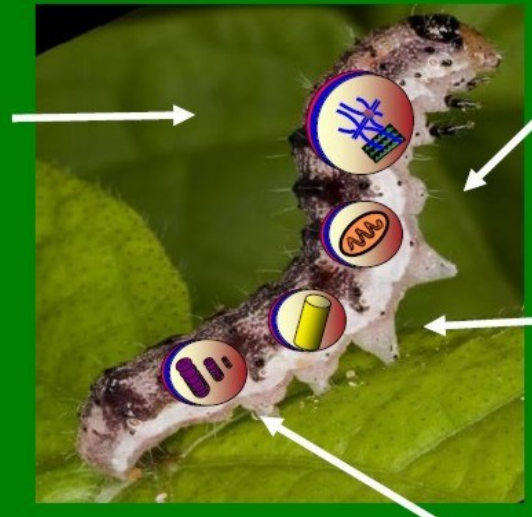
Figura 571. **Schema mecanismului de acţiune a insecticidelor**
(modelul IRAC – versiune 7, 2010)

14.5.3. Modele de acţiune la diferite insecte

LEPIDOPTERE

Locația: nervi și mușchi

1. Inhibitori acetilcolinesterase (AChE)
1A Carbamați, 1B organofosfați
2 Antagoniști de canal clorură GABA-limitată
2A Organoclorine ciclodiene
2B Fenilpirazoli (Fiproli)
3 Modulatori canal sodiu
3A Piretroizi Piretrine
4 Receptori (nAChR) nicotinic acetilcolin
4A Neonicotinoizi
5 Activatori alosterici ai receptorilor (nAChR) nicotinic acetilcolin
Spinosine
6 Activatori clorură canal
Avermectine, Milbemicine
14 Blocanți ai receptorilor de canal (nAChR) nicotinic acetilcolin
Analogi nereistoxin
22 Blocanți canal sodiu dependenți de voltaj
22A Indoxacarb, 22B Metaflumizon
28 Modulatori receptor rianodină
28 Diamide



MoA necunoscut sau nesigur
Azadirachtin, Pyridayl

Locație respiratorie:

13 Decuplanți ai fosforilării oxidative via disrupere gradient proton
13 Clorfenapir
21 Inhibitori transport electroni complex I mitocondrian
21A Tolfenpirad

Locație partea de mijloc a tubului digestiv:

11 Dezmembratori microbieni ai membranelor părții de mijloc a tubului digestiv la insecte
11 Bacillus thuringiensis sau Bacillus sphaericus

Locații: creștere și dezvoltare:

7 Simulatori hormonali juvenili
7B Analogi hormonali juvenili
15 Inhibitori ai biosintezei chitinei, tip 0
15 Benzoiluree
18 Receptor ecdsoni
18 Diacilhidrazine

AFIDE, MUŞTE ALBE ŞI LĂCUSTE

Locaţie: nervi şi muşchi

1. **Inhibitori acetilcolinesterase (AChE)**
   1A Carbamaţi, 1B organofosfaţi
2. **Antagonişti de canal clorură GABA-limitat**
   2A Organoclorine ciclodiene
   2B Fenilpirazoli (Fiproli)
3. **Modulatori canal sodiu**
   3A Piretroizi Piretrine
4. **Receptori (nAChR) nicotinic acetilcolin**
   4A Neonicotinoizi
9. **Blocanţi alimentari selectiv homopteran**
   9B Pimetrozine, 9C Flonicamid
22. **Blocanţi canal sodiu dependenţi de voltaj**
   22A Indoxacarb

Grup MoA	Afide	Muşte albe	Lăcuste
1A	X	X	X
1B	X	X	X
2A	X	X	X
2B			X
3A	X	X	X
4A	X	X	X
7C		X	
9B	X	X	X
9C	X	X	X
12A	X	X	
15		X	
16		X	X
21A		X	
22A			X
23	X	X	

Locaţie respiratorie

12. **Inhibitori ai sintazei mitocondriene ATP**
   12A Diafenthiuron
21. **Inhibitori transport electroni complex I mitocondrian**
   21A Tolfenpirad, Piridabene

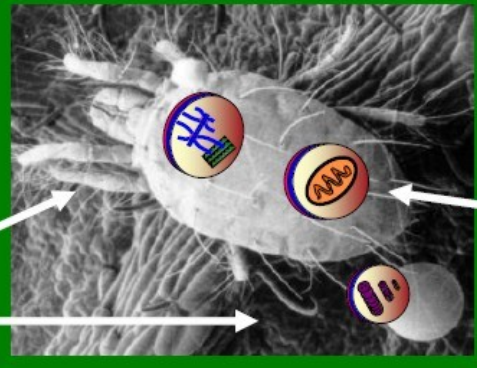
Locaţie creştere şi dezvoltare

7. **Simulatori hormonali juvenili**
   7C Piriproxifen
15. **Inhibitori ai biosintezei chitinei, tip 0**
   15 Benzoiluree
16. **Inhibitori ai biosintezei chitinei, tip 1**
   16 Buprofesin
23. **Inhibitori ai sintezei lipidelor**
   23 Derivaţi tetronici şi ai acidului tetramic

ACARINE

Locație: nervi și mușchi

1. Inhibitori acetilcolinesterase (AChE)
1A Carbamați, 1B organofosfați
2. Antagoniști de canal clorură GABA-limitat
2A Organoclorine ciclodiene
3. Modulatori canal sodiu
3A Piretroizi Piretrine
6. Activatori clorură canal
6 Avermectine, Milbemicine
19. Receptori octopamină
19 Amitraz



Locație creștere și dezvoltare

10. Inhibitori creștere acarine
10A Clofentezine, Hexythiazox,
10B Etoxazol
15. Inhibitori ai biosintezei chitinei, tip 0
Benzoiluree
23. Inhibitori ai sintezei lipidelor
23 Derivați tetronici și ai acidului tetramic

Locație respiratorie

12. Inhibitori ai sintazei mitocondriene ATP
12A Diafenthiuron
12B Miticide organotin
12C Propargite
13. Decuplanți ai fosforilării oxidative via disrupere gradient proton
13 Chlorfenapyr
20. Inhibitori transport electroni complex III mitocondrian
20B Acequinacyl, 20C Fluacrypyrim
21. Inhibitori transport electroni complex I mitocondrian
21A METI acaricide
25. Inhibitori transport electroni complex II mitocondrian
25 Cyenopyrafen

MoA necunoscut sau nesigur
Benzoximate, Bifenozate, Dicofol,
Chinomethionat, Cyflumetofen

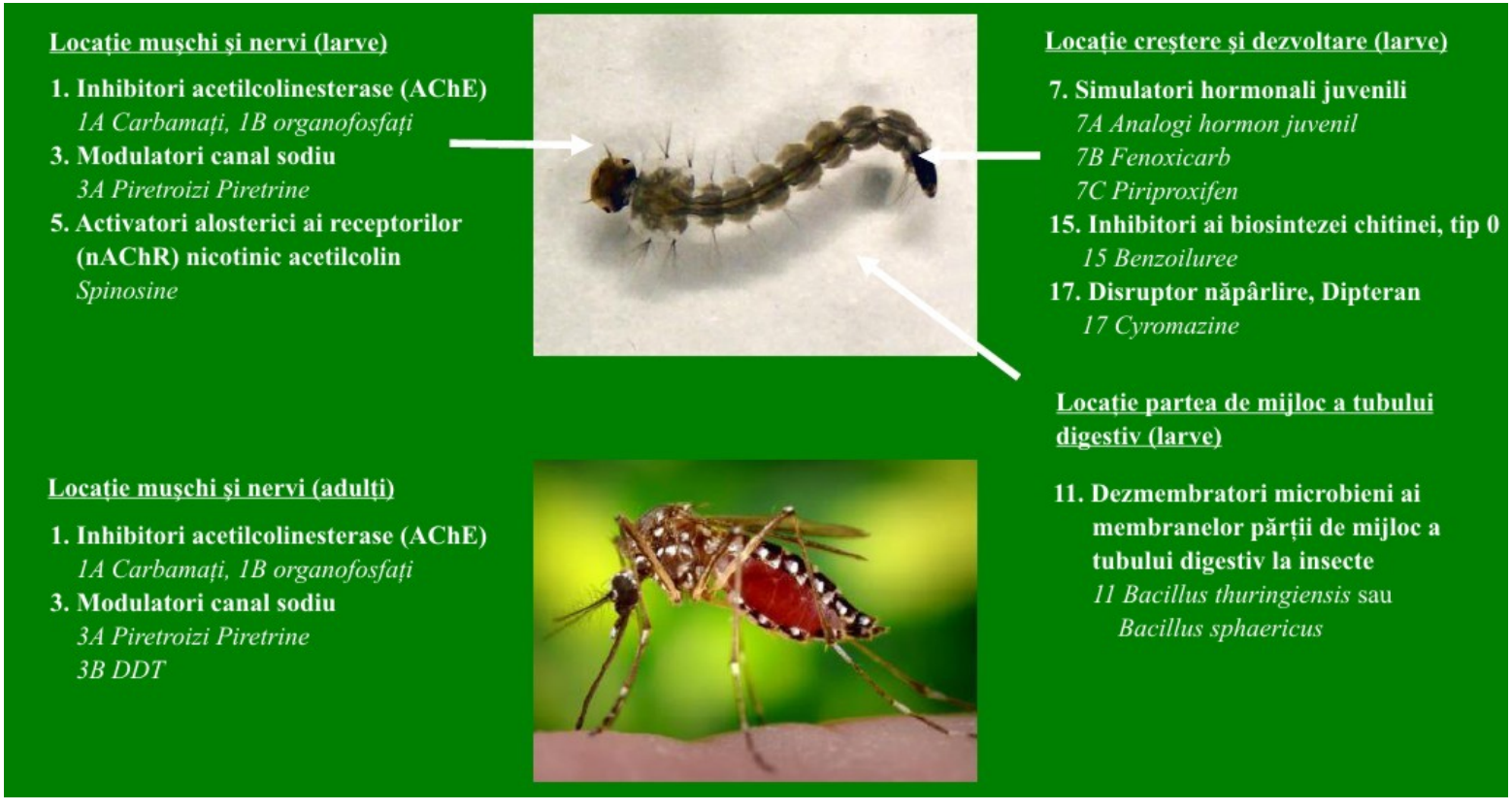


Figura 572. **Modul de acţiune şi clasificarea produselor după locul de acţiune**

Capitolul 15
STUDIU DE CAZ PRIVIND DERULAREA NOILOR TEHNOLOGII ÎNTR-O ÎNTREPRINDERE MODEL

Agricultura nouă, modernă, bazată pe studiul modelelor naturale, elaborarea lor în formă matematică şi grafică, şi apoi implementarea în marea producție agricolă în scopul renaturalizării sistemelor agroecologice, al reînverzirii revoluției verzi, aşa cum ne sublinia Bartman, în 2009 la conferința de iarnă DLG de la Berlin, şi aşa cum s-au lansat modelele dematerializării economice a agriculturii, nu are nicio relevanță dacă nu este implementată.

Implementarea noilor modele tehnologice, mult mai prietenoase mediului, constituie o temă permanentă la care lucrează în Europa şi în lume mii de cercetători. Nu şi în România. Nu putem să încheiem această carte fără a prezenta implementarea unui model destul de complex, elaborat sub coordonarea noastră de către un colectiv mixt româno-austriac, care a lucrat timp de 6 ani de zile la acest proiect foarte frumos la ferma SC Agrovet SA de la Calomfireşti, Poroschia, județul Teleorman.

Ferma a fost creată între anii 1998 şi 2000. La început cu o suprafață mai mică, de 800 ha, pentru ca la finele anului 2004 să ajungă la circa 1.700 ha. Suprafața s-a făcut prin comasare în urma unui lung şi dificil proiect de arendare.

Solul a fost de tip cernoziomic, cu următoarele caracteristici până în 2005:

– 36 - 40% argilă;

– 3,2 - 3,4% humus;

– puncte de bonitare fertilitate: 75-80.

Timp de şapte ani s-a lucrat la fermă cu utilaje modeste, folosindu-se tehnologia convențională clasică, managementul condus de foşti directori ai foste IAS-uri, fiind discutabil atât ca dorință de practicanți cât şi ca pregătire profesională şi capacitatea de a produce performanță. Din aceste motive, în toată această perioadă, 2000-2004, producțiile s-au menținut în limite modeste (circa 3.500 kg/ha la cereale, circa 1.500 kg/ha la rapiță, 1.100-1.500 kg/ha la floarea-soarelui), cu toate eforturile financiare efectuate pentru a se satisface necesarul de inputuri ale culturilor (plantelor).

În aceste condiții am decis o expertiză a cauzelor naturale şi antropice care conduce la blocarea producției. Expertiza a scos în evidență două categorii de factori care conduceau la nerealizarea performanței.

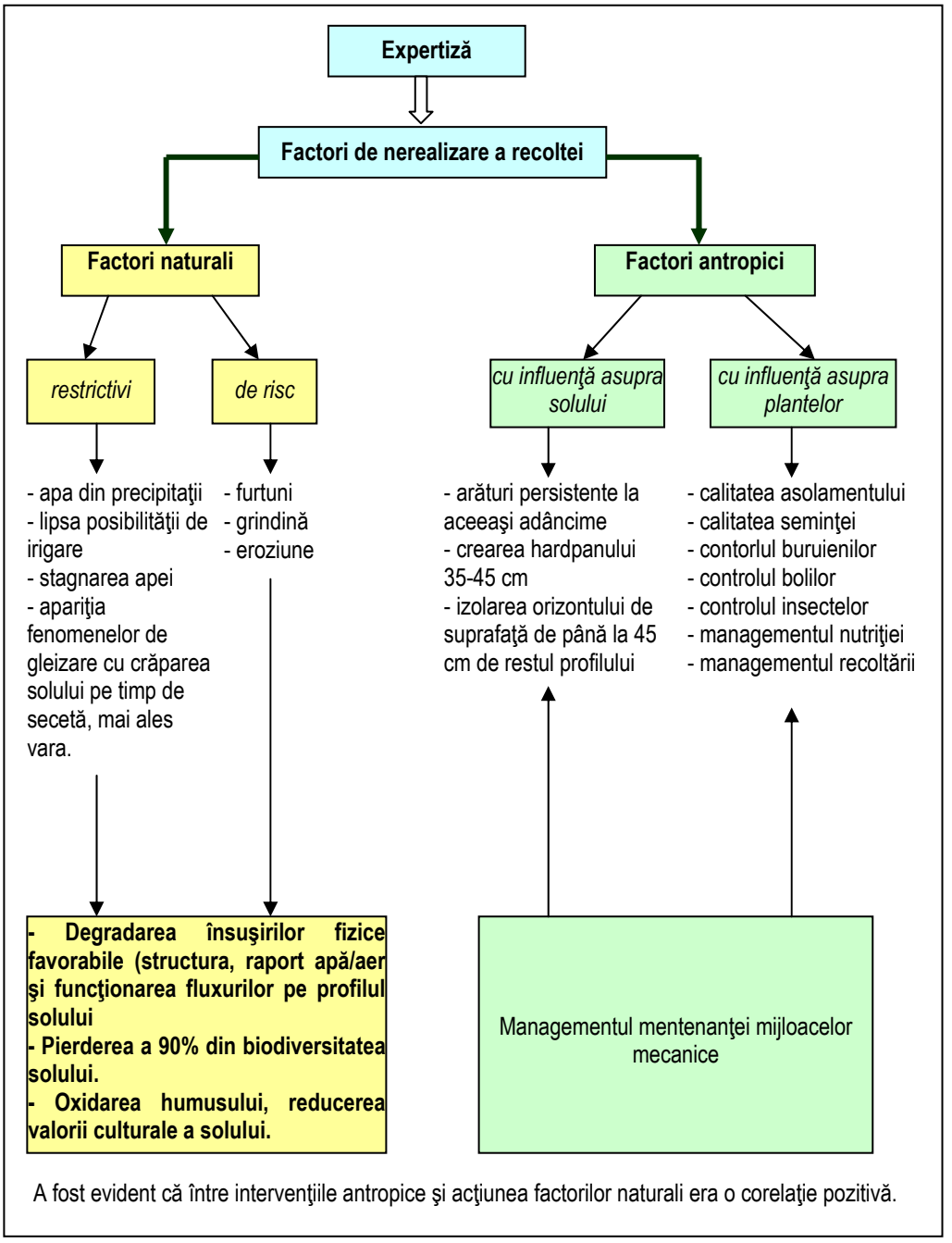


Figura 573. **Expertiză ca proces de începere al algoritmului deblocării activităţii productive în caz de stres biologic** (viziune personală)

Greşelile antropice majore au fost următoarele:

1. Folosirea neîntreruptă a plugului timp de 40 de ani cu următoarele efecte:

1.1. Oxidarea solului şi pierderea humusului. Numai în perioada analizată cantitatea de humus pierdută a fost de peste 1%.

1.2. Blocaj pe profilul solului la 35-45 cm datorită creării hardpanului cu următoarele consecinţe:

- starea ecologică a solului s-a degradat total mai ales datorită întreruperii fluxurilor.
- rădăcinile plantelor nu puteau să pătrundă la adâncimi mai mari de 40 cm. Erau expuse rapid secetei şi plantele intrau în stres de apă.

În figura 574 prezentăm, etapizat, diagnosticarea hardpanului, a compactităţii şi evoluţia acestora după prima scarificare.

1.3. Apa nu pătrundea în profunzime. Era blocată la nivelul hardpanului. Aveau loc două fenomene, amândouă la fel de periculoase:

- Pierderea prin evaporare a apei, o resursă şi aşa foarte critică în zonă.
- În situaţii de exces temporar, apa neputând pătrunde în profunzime, pe pante foarte mici cauzează eroziuni foarte mari cu deplasarea solului la precipitaţii de până la 60 mm până în centrul oraşului Alexandria.

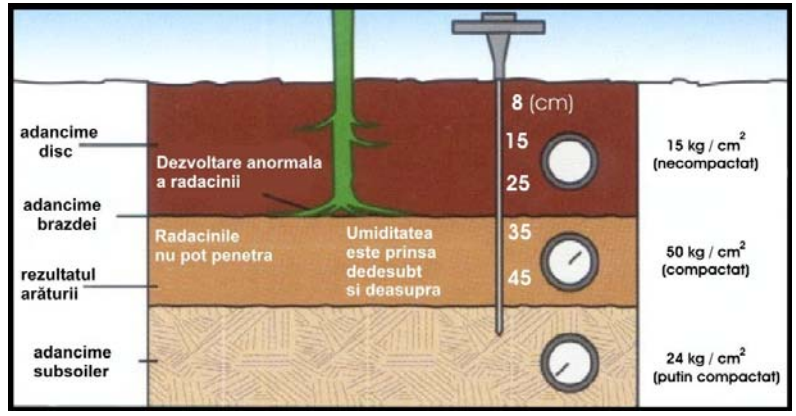
1.4. Însuşirile fizice ale solului erau defectuoase. Raportul apă/aer era deformat de la 25/25% (siguraţie normală) la 8/9% situaţie critică.

1.5. Lipsea structura solului şi se degrada în ritm susţinut conţinutul în humus din stratul de suprafaţă - pierderi 1,4% în 5 ani.

1.6. Lipsa activităţii biologice a solului generată de insuficienţa apei, a aerului şi a materiei organice necesară descompunătorilor. Cantitatea de microorganisme/ha s-a dovedit a fi sub 3000 kg/ha (normal 20.000 - 30.000 kg(ha).

a = profil (partea lucioasă este hardpan)

c = utilizarea penetrometrului indică o compactitate foarte ridicată (50 kgf/cm^2)



b = decupaj (vârful cuţitului nu intră în monolit)

d = în toamna primului an apar fisuri în monolit

e = în al doilea an reapare structura

Figura 574. **Diagnosticarea hardpanului şi evoluţia solului după scarificare**

2. Practicarea excesivă a monoculturii grâului şi a altor cereale.

Consecințe:

- Conservarea dăunătorilor în sol.
- Apariția unor buruieni rezistente şi încă din toamnă (*Veronica sp.*)
- Utilizarea parțială a sistemului nutrițional al solului.
- Neîncorporarea paielor în sol, arderea lor şi NBA (lipsa activității biologice). Paiele arse au condus la lipsa materiei energetice în sol necesară activităților biologice şi reformării humusului.

Diagnosticul pus de către echipa de cercetare a fost:

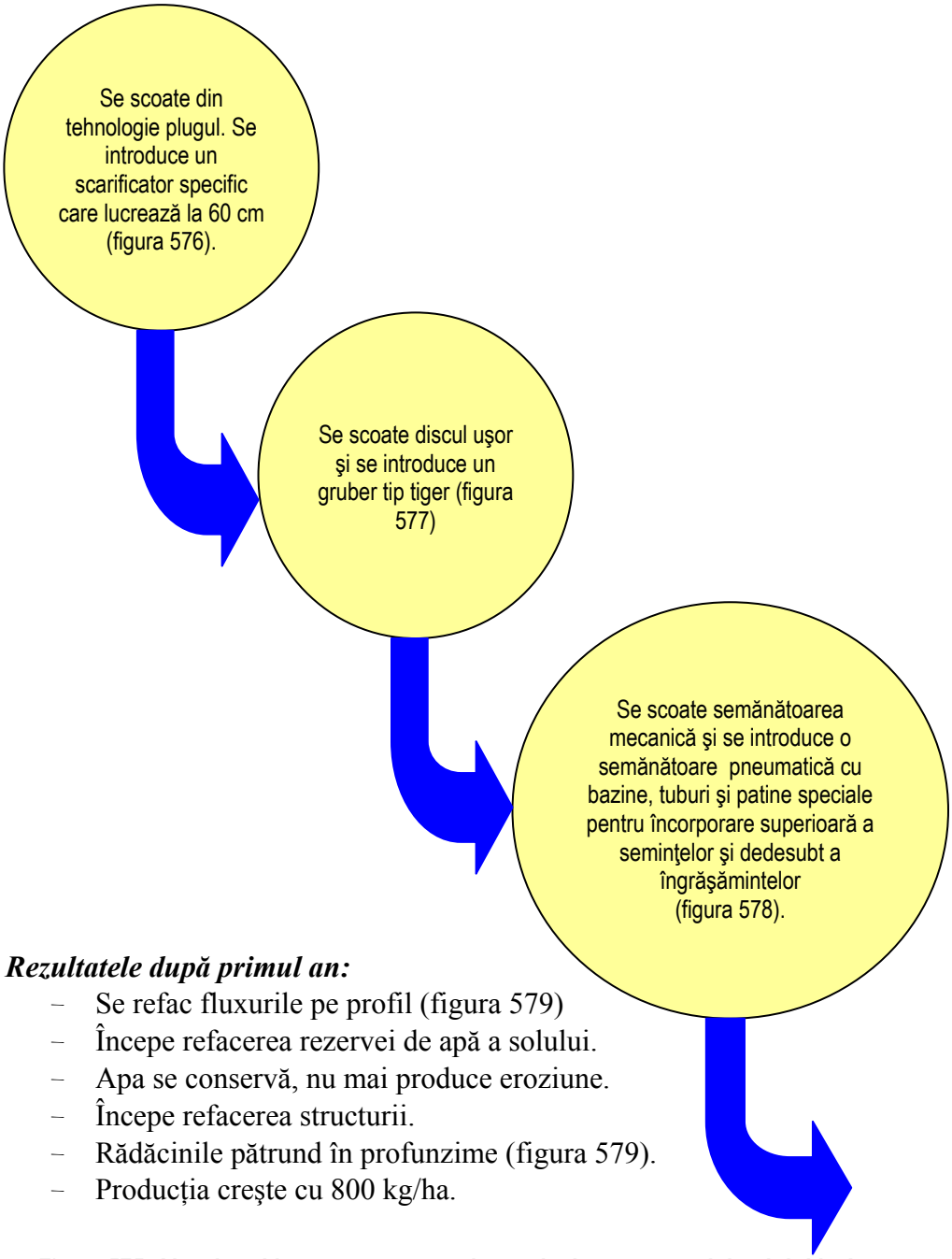
DEGRADARE ECOLOGICĂ TOTALĂ A SOLULUI

Pornind de la acest diagnostic, echipa de cercetare a propus un algoritm eco-reconstructiv, prezentat în figura 575, şi care se întinde pe o perioadă de 4-5 ani. Elemente ale acestui program, rezultat din cercetare, sunt parțial prezentate şi în capitolul „Lucrările solului".

Repetăm etapele mari ale algoritmului (vezi şi figura 575):

- Identificarea problemelor necesar a fi rezolvate.
- Pregătirea resurselor umane, în cazul nostru a 6 lucrători instruiți în țară şi străinătate exclusiv prin practică.
- Scopul: folosirea noilor tehnologii şi îndeosebi a maşinilor care să le implementeze.
- Personalul a fost redus astfel de la 25 la 6 oameni + 3 ingineri austrieci care pe perioada de vârf lucrau efectiv pe maşini.
- Investițiile necesare alese cu mare grijă şi mereu adaptate.

a. Nivel I, an I - Trecerea din convenţional în redus.



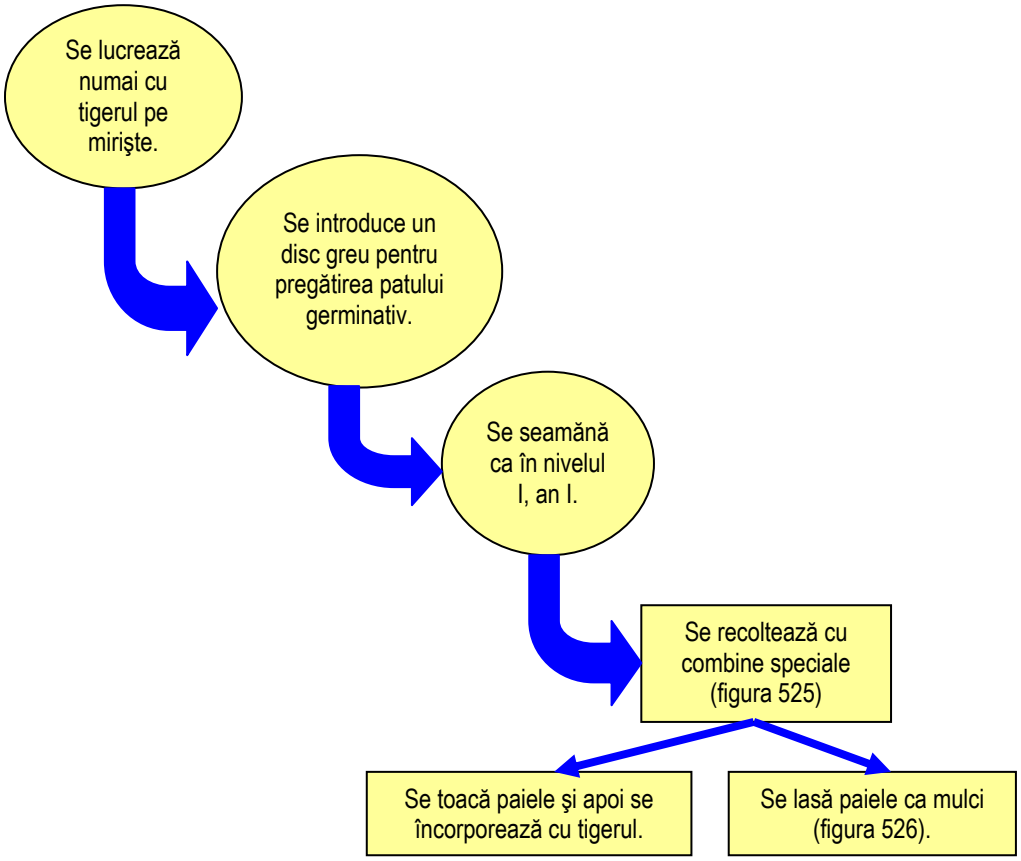
Rezultatele după primul an:

- Se refac fluxurile pe profil (figura 579)
- Începe refacerea rezervei de apă a solului.
- Apa se conservă, nu mai produce eroziune.
- Începe refacerea structurii.
- Rădăcinile pătrund în profunzime (figura 579).
- Producţia creşte cu 800 kg/ha.

Figura 575. **Algoritmul în 5 etape, respectiv 5 ani, al reconstrucţiei solului la Agrovet Farm Alexandria**

Continuarea algoritmului reconstrucţiei solului la Agrovet Farm Alexandria.

b. <u>Nivel II, an II</u>



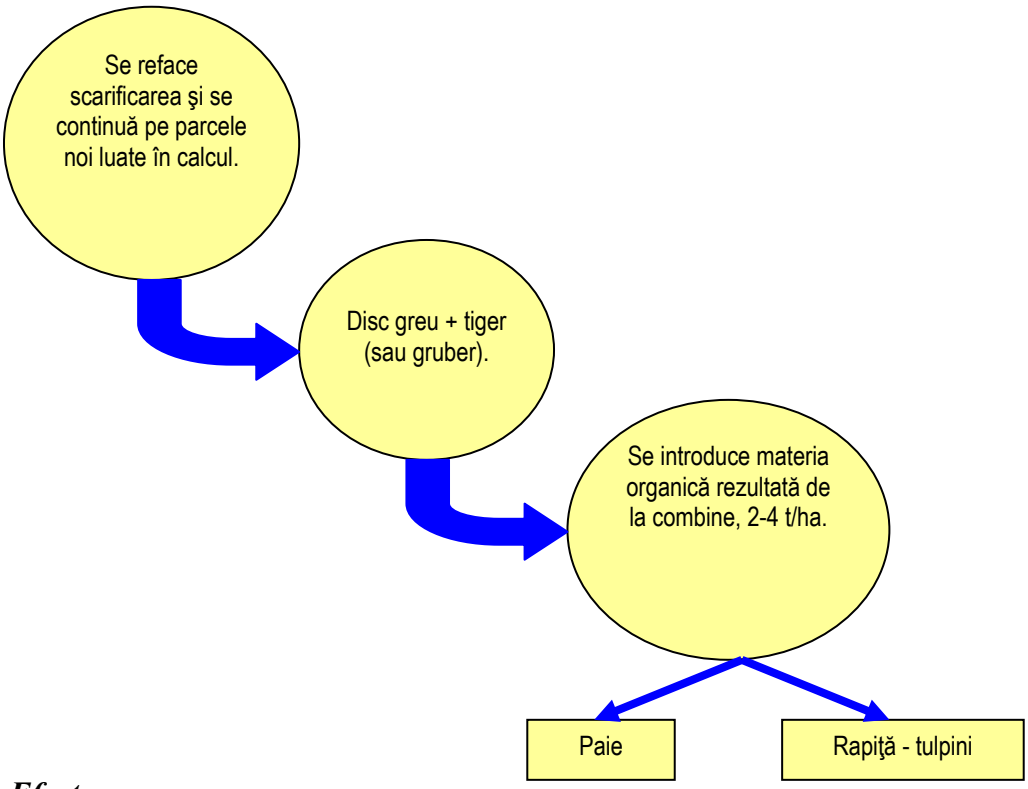
Efecte:

- Fluxurile sunt complet refăcute (figura 579)
- Creşte cantitatea de humus C (figura 583)
- Creşte activitatea biologică, apar râmele, cel mai evident indicator al reconstrucţiei biologice a solului (figurile 584, 585)
- Se reface în procent de peste 80% raportul apă/aer
- Creşte cantitatea de apă înmagazinată în sol de peste 8 ori,
- Producţia creşte cu încă circa 900 kg/ha.

Continuarea algoritmului reconstrucţiei solului la Agrovet Farm Alexandria.

Notă: *Tigerul poate fi înlocuit cu discul greu şi poate chiar e mai bine aşa, mai ales pentru culturile cu recoltare timpurie. Tigerul poate apoi să fie utilizat pentru încorporare paie şi pregătire pat germinativ.*

c. <u>Nivel III, an III</u>



Efecte:

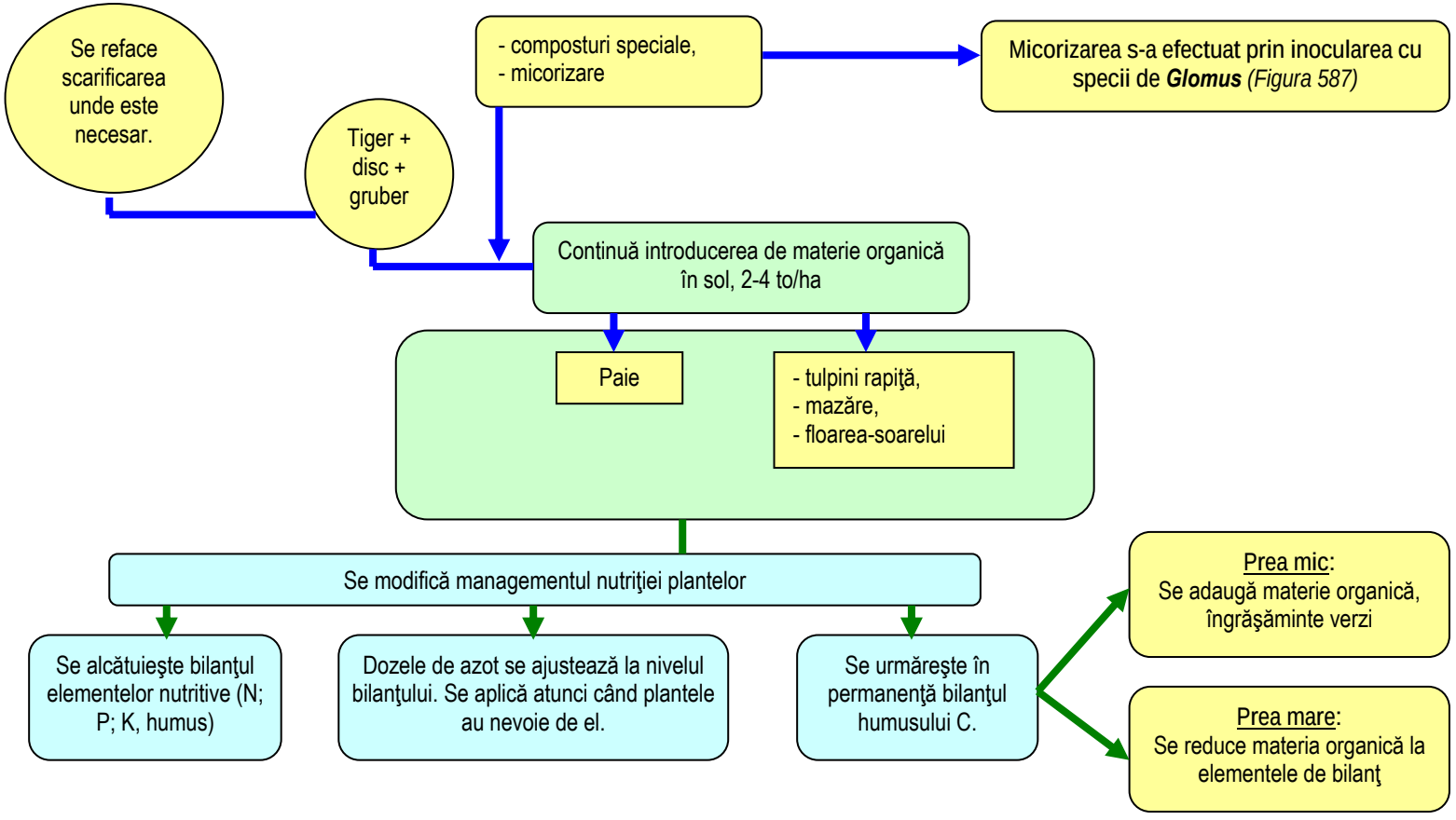
- Fluxul pe profil este complet refăcut.
- Apa se conservă integral, până la adâncimi mari.
- Structura devine stabilă (hidrostabilă şi mecano-stabilă) (figurile 584 şi 585).
- Creşte cantitatea de humus C.
- Se acumulează tot mai multă materie organică vie în sol (vezi figura 586).
- Se instalează micoriza o dată cu inocularea ei (vezi figura 587).
- Se reactivează fixarea biologică asociativă a azotului (vezi figurile 588 şi 589).
- Se mobilizează fosforul şi potasiul din rezerva solului.

Indicele ecologic al solului se apropie de cifra 4. $I_E = 4$.

Notă: *Atenţie, lucrările se execută numai la o umiditate potrivită a solului. În lipsa apei este preferabil desmiriştitul şi aşteptarea până cad ploile. În caz de necesitate se seamănă direct în mirişte.*

Continuarea algoritmului reconstrucţiei solului la Agrovet Farm Alexandria.

d. Nivel IV, an IV



Continuarea algoritmului reconstrucţiei solului la Agrovet Farm Alexandria.

e. Nivel V, an V

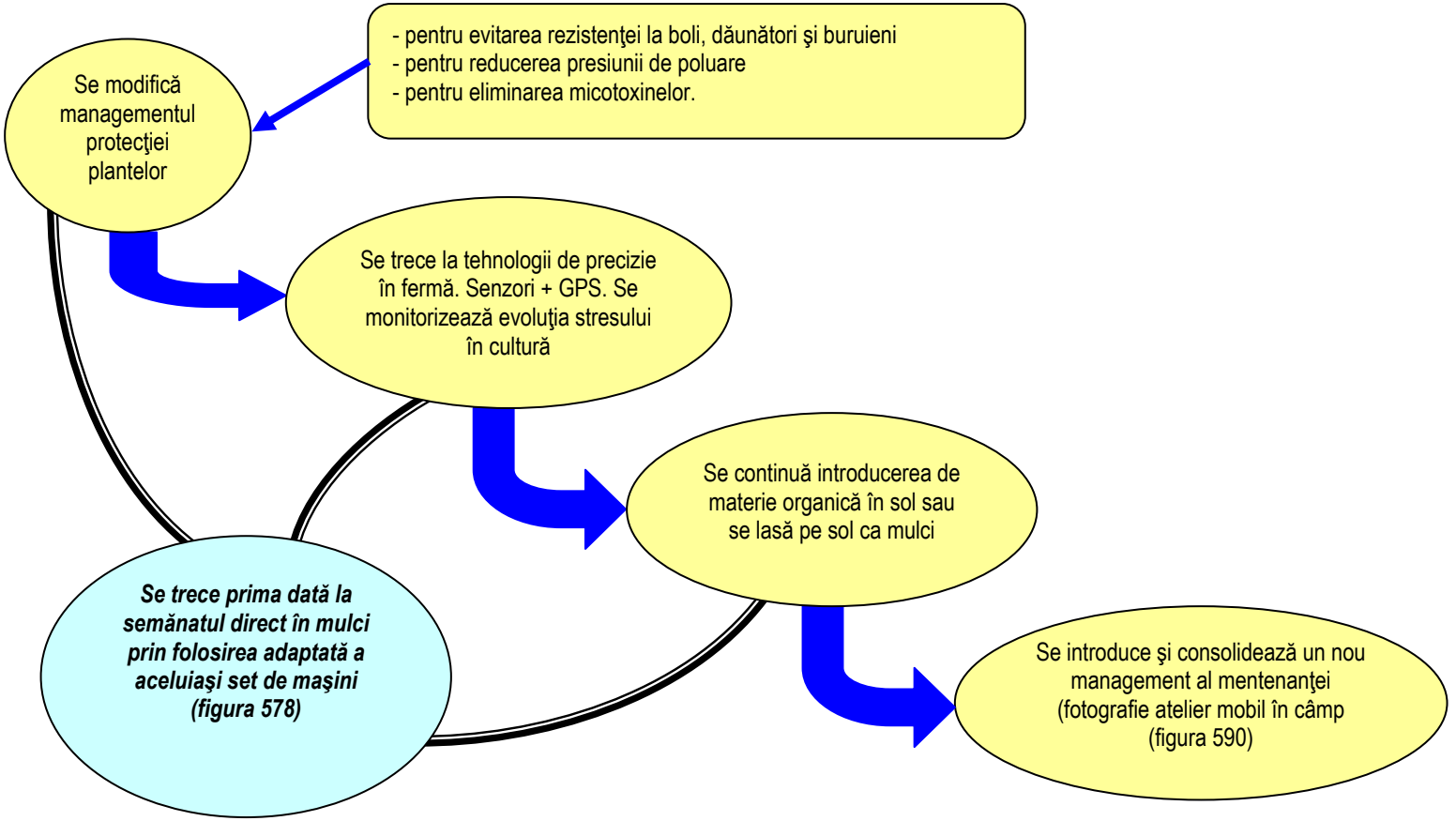


Figura 576. **Scarificator prototip cu 10 braţe de lucru la adâncime de 55-60 cm, construit de echipa noastră într-un atelier din Viena . Este o invenţie patentată. Lăţimea de lucru 7 m, consum de motorină la momentul optim de lucrare 15-16 l/ha. Acţionat de tractor de 450 CP** (foto autor)

Figura 577. **Gruber – tiger în acţiune pentru pregătirea patului germinativ. Poate fi utilizat de la dezmiriştire şi până la înlocuirea plugului. Lucrează pe 8-10 metri lăţime la adâncime de 10-30 cm. Scoate perfect rizomii de *Sorghum* la suprafaţă. Tractor de la 200 CP în sus** (foto autor)

Figura 578. **Semănătoare pneumatică cu lățimea de lucru de 8 respectiv 10 metri. Acționată de tractor pe şenile de 180 CP. Are două bazine, unul pentru semănat cereale la 2 - 4 cm, celălalt pentru plasat îngrăşămintele la 4 cm cub seminţe. De regulă se aplică fosfor şi uneori doze mici de azot** (foto autor)

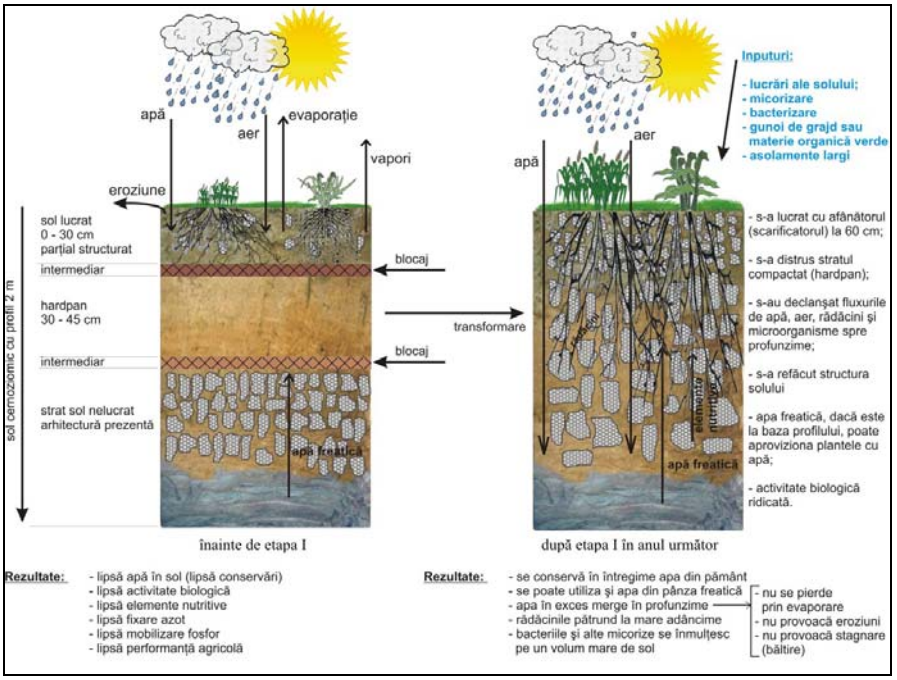


Figura 579. **Refacerea fluxurilor pe profil** (original)

Figura 580. **Pentru recoltare se folosesc combine de mare productivitate. Lăţimea headerului 6 - 7 m, productivitate 80-180 ha/zi, în funcţie de producţie şi condiţii. Paiele sunt tocate şi lăsate mulci pe pământ** (foto autor)

Figura 581. **Solul acoperit cu mulci de paie a reţinut în sol 3-5% mai multă apă decât cel nemulcit** (foto autor, 2008)

Figura 582. **Se acumulează în sol o cantitate mare de materie organică provenită din încorporarea paielor şi a creşterii rădăcinilor care conduc la acumularea de humus C şi trecerea prin policondensare spre humus PC** (foto autor, 2010)

Figura 583. **Prin introducerea paielor în sol şi a unor composturi bioactivatoare tip Biovin (vezi capitolul *Nutriție*) se declanşează o puternică activitate a detritivorelor, iar activitatea biologică creşte exponențial. Apar râmele, cel mai important indicator al activității biologice. Masa biologică din sol > 10.000 kg/ha** (foto autor)

Figura 584. **Structura se reconstruieşte în ritm exponenţial o dată cu creşterea biomului solului** (foto autor, 2011)

Figura 585. **Structura devine stabilă, atât în plan hidro cât şi mecanic, datorită tranzitării solului prin tubul digestiv al unor râme tot mai mari (număr cca. 36/mp)** (foto autor, 2009)

Figura 586. **Micoriza este foarte prezentă pe rădăcinile de grâu dublând capacitatea radiculară** (foto autor, 2009)

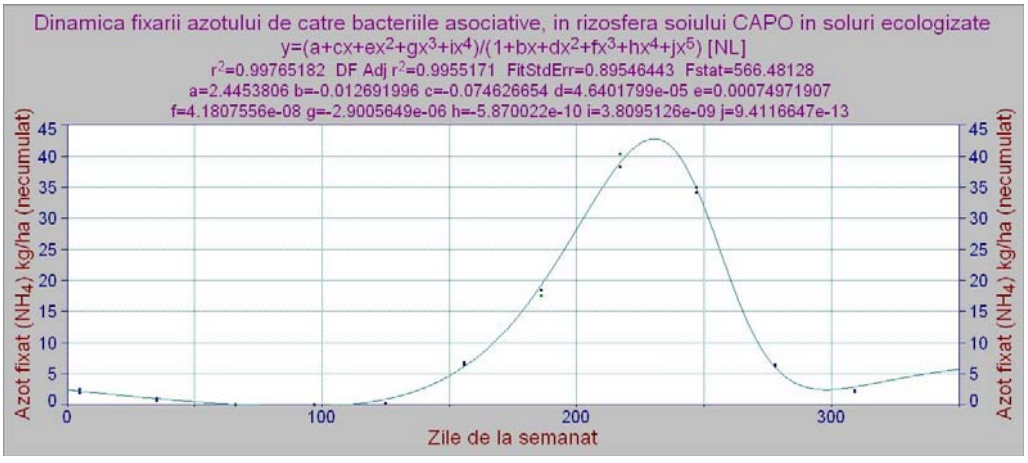


Figura 587. **Dinamica fixării azotului de către bacteriile asociative, în rizosfera soiului CAPO în soluri ecologizate**

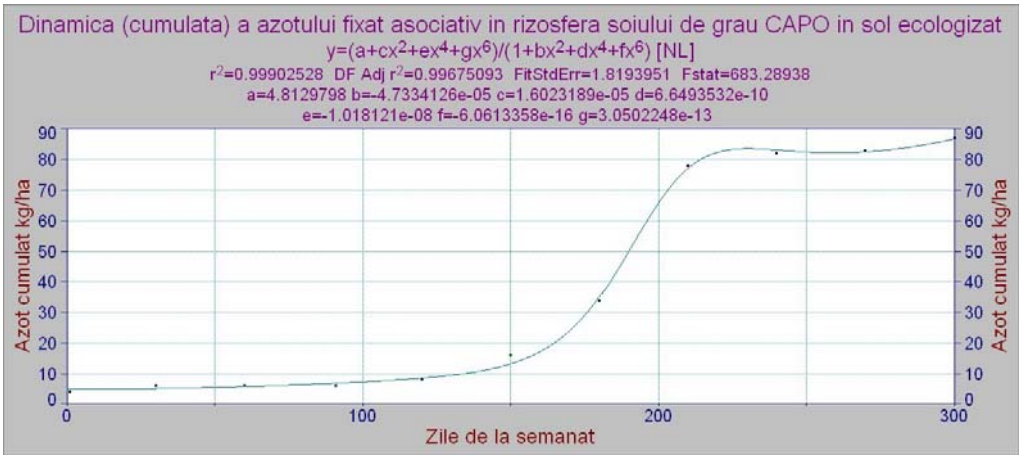


Figura 588. **Dinamica (cumulată) a azotului fixat asociativ în rizosfera soiului CAPO în sol ecologizat**

Figura 589. **Mazărea a adus anual între 84 şi 120 kg N/ha prin fixare biologică a speciei R. *japonicum.*** După mazăre, nutriţia grâului cu azot nu mai este necesară pentru o producţie de până la 6000 kg/ha

Figura 590. **Logistica în câmp a fost substanţial îmbunătăţită. Maşinile nu au timpi morţi.** Există o remorcă intermediară care preia grâul direct de la combină în mers şi îl aduce la TIR (camion). Maşina din această fotografie este un laborator mobil care intervine prompt pentru reparaţii curente fără ca maşinile să fie scoase din brazdă.

înainte

după

Figura 591. **După refacerea fluxurilor pe profil, dar mai ales după scarificare, rădăcinile se alungesc în profunzime**

15.1. EFECTELE FINALE ALE IMPLEMENTĂRII NOILOR TEHNOLOGII ASUPRA STĂRII ECONOMICE ŞI ECOLOGICE A FERMEI

- Producția de grâu se stabilizează în jur de 6000 kg/ha.
- Producția de mazăre se stabilizează în jur de 4000 kg/ha.
- Producția de rapiță se stabilizează în jur de 3500 kg/ha.
- Producția de floarea-soarelui se stabilizează în jur de 3000 kg/ha.
- Costurile de producție au fost reduse cu 40%, iar productivitatea muncii a crescut de 8 ori în 5 ani. Ferma obține o rată a profitului net de 30%.
- Investiile necesare: circa 1,1 mil. euro – amortizabile în 3 ani.
- Nu s-a apelat la proiecte UE.

În etapa următoare, aşa cum s-a arătat, se trece la semănatul direct în mirişte sau în mulci pentru că s-a atins pragul de pregătire biologică a solului care nu mai solicită lucrări convenționale sau reduse, ci minimum tillage. Se întreține prin lucrări conservative, solele care au tendința să iasă din noul sistem.

Concluzie: Reducerea prețului lucrărilor solului de la 250 lei/ha la 41 lei/ha. Producția obținută conține 16% proteine, fără micotoxine şi fără infecții cu amiloenzime, obținându-se un preț cu 40-50 euro peste prețul standard al pieței.

Noul management al azotului ține cont de necesitatea reală a plantelor pentru acest element de bază al nutriției.

Dacă anterior azotul se dădea parțial toamna şi parțial în ferestrele iernii prin noul management s-a renunțat la aplicațiile de toamnă şi în funcție de bilanțul solului în azot s-au aplicat 2-3 tratamente, primul la desprimăvărare când începe consumul de azot, al doilea la formarea paiului şi al treilea înainte de ieşirea paiului din burduf.

Pentru determinarea azotului necesar pe vegetație se poate apela şi la senzori care indică starea aprovizionării plantei în momentul determinării şi eventualul necesar de completare care se poate da şi prin utilizarea sub formă foliară, dacă necesarul de completare nu solicită doze mari.

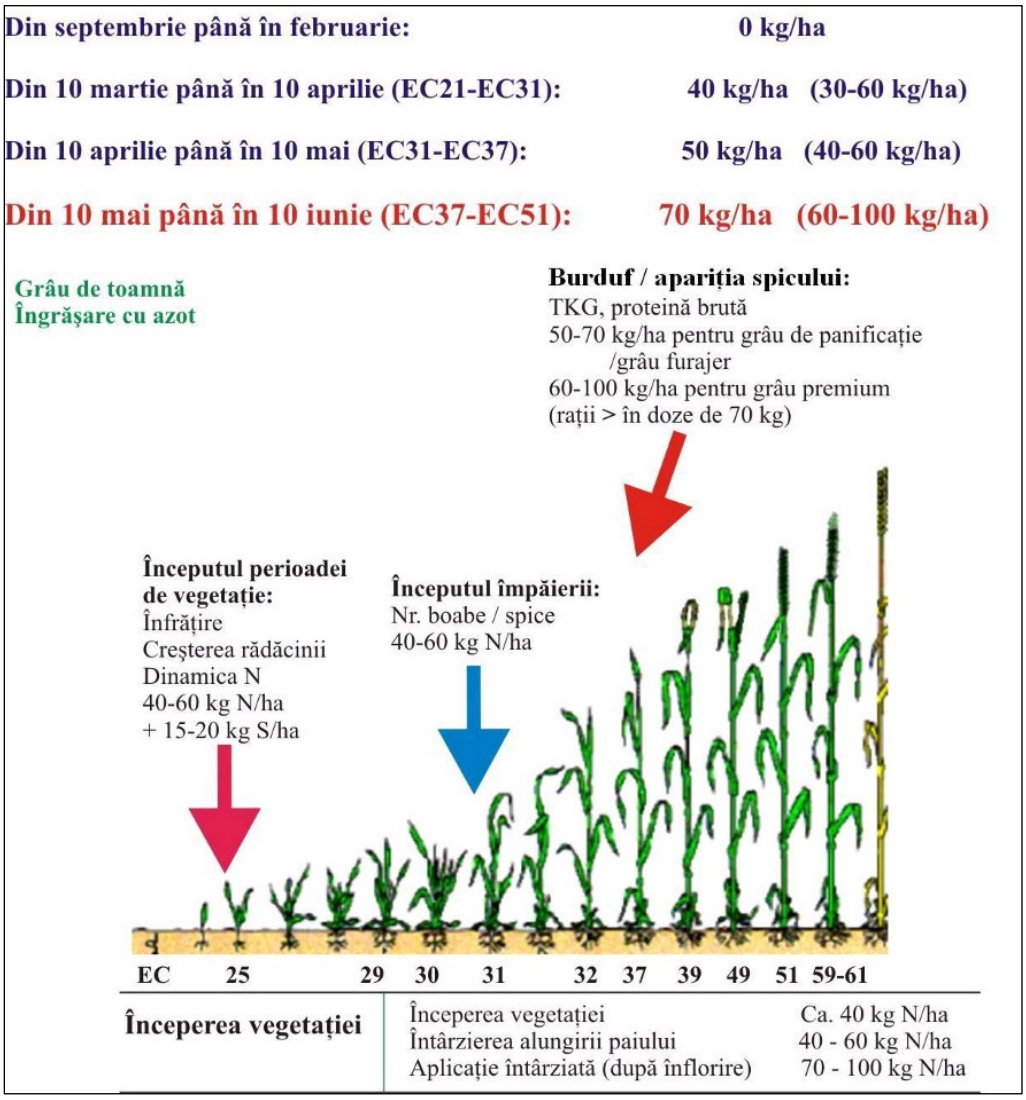
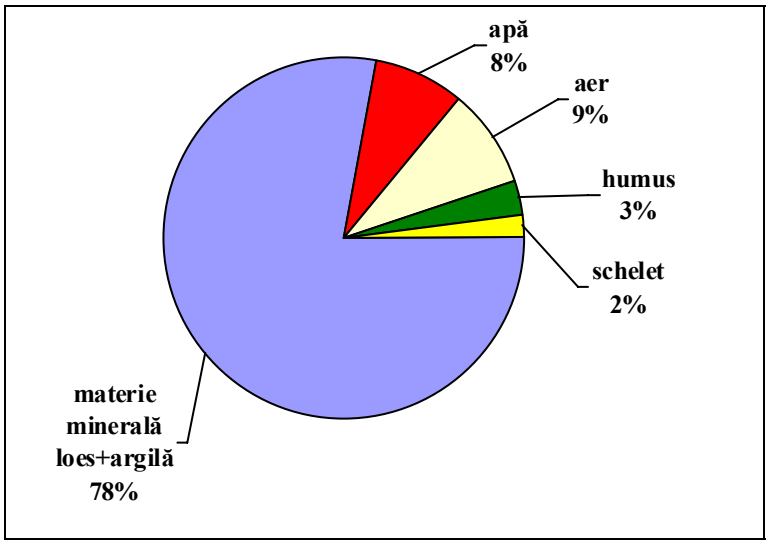


Figura 592. **Îngrăşare cu azot: managementul nitrogenului (nitrogen pur)**

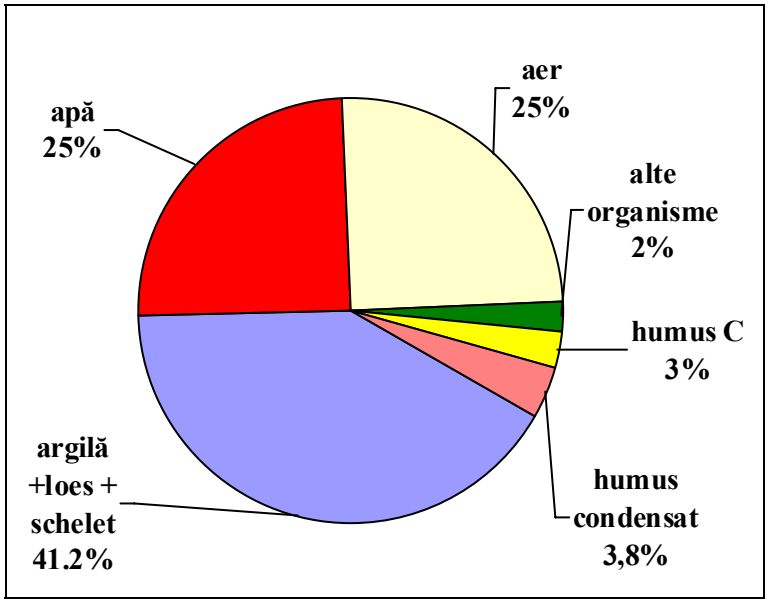
Starea solului după implementarea cercetării arată cu totul altfel ca înainte de implementare, şi anume:

- 25% spații pentru aer (mari, care permit pătrunderea apei în profunzime)

- 25% spații capilare, în care se conservă apă şi se derulează fenomenele biochimice de fixare a azotului biologic, care are loc la interfața dintre aerob şi anaerob (peste 10.000 kg/ha). Vezi activitatea nitrogenazei.



Starea solului înainte de cercetare



Starea solului după cercetare

Figura 593. **Starea solului după implementarea cercetării manageriale**

- A crescut cantitatea de materie biologie vie (biomul solului) şi s-au intensificat toate activităţile biochimice.
- A crescut conţinutul de humus C.

- A crescut conținutul de humus N (PC).
- Circuitul elementelor nutritive a devenit mult mai intens şi rapid.
- S-au redus stresurile abiotice şi biotice prin instalarea micorizei.

Figura 594. **Mulci şi semănat în mulci cu semănătoarea adaptată. Această posibilitate apare însă numai după anul IV de tranziţie de la sistemul clasic la cel ecologic**

Tabelul 151

Reflectarea simplificată în nivelul producției şi al calității implementării cercetării de reecologizare a solului la ferma Agrovet Farm Alexandria

Cultura	kg/ha înainte de implementare	calitate	kg/ha după implementare	calitate	diferenţa în plus
Grâu	3600	bună	6100	foarte bună	2600
Rapiţă	2100	bună	3500	foarte bună	1400
Mazăre	890	satisfăcătoare	4050	foarte bună	3160
Floarea-soarelui	1600	satisfăcătoare	3000	foarte bună	1400

Aşteptările programului de cercetare au fost îndeplinite. Au fost obținute producții neobişnuite pentru această zonă, care au dat satisfacție fermei, inclusiv în anul dificil 2010.

Atenție însă: Tentația noului sistem de a reveni la vechea stare este mare. Capacitatea de compactizare a solului rămâne ridicată. Monitorizarea permanentă a solelor şi intervenția cu material organic (paie + biocomposturi), evitarea lucrării pe umiditate prea ridicată sau prea redusă pe fondul unor asolamente cu plante amelioratoare rămân permanente obiective ale managementului fermei. Se aplică principiul „intervenții rapide”, dacă apar potențiale dereglări în sistemul ecologic nou creat.

Ca material ajutător pentru cititorul nostru punem la dispoziție câteva devize referitoare la noul sistem de lucrări mecanice (New tillage) comparativ cu cel vechi utilizat tot în aceeaşi fermă. Numai în cazul lucrărilor costurile se reduc cu cel puțin 50%.

Tabelul 152

Deviz lucrări mecanice – tehnologie New tillage

Lucrarea	Agregat Tractor+utilaj	Consum motorină litri/ha	Preţ carburant	Valoare	Viteza zilnică ha	Durata înfiinţării 100 ha (zile)
SCARIFICAT	Tractor 400 CP + scarificator 6m	18	3.86	69.48	28-30	3
Pregătit pat germinativ	Tractor 400 CP + TIGER 8m	6-8	3.86	23-31	40-47	2.5-2.1
Semănat + fertilizat	Tractor 190 CP + semănătoare HORSH SPRINTER 8m	6	3.86	23.16	40	2.5
TOTAL		**30-32**		**115-123**		**8.3**

Tabelul 153

Deviz lucrări mecanice – tehnologie Clasic

Lucrarea	Agregat Tractor+utilaj	Consum motorină litri/ha	Preţ carburant	Valoare	Viteza zilnică ha	Durata înfiinţării 100 ha (zile)
Arat 20-25 cm	Tractor 150 CP + PP5	23-24	3.86	89-92	10-12	8
Discuit I	Tractor 100 CP + disc 5m	8-10	3.86	31-38	15-18	6
Discuit II	Tractor 100 CP + disc 5m	7-8	3.86	27-31	17-20	5
Combinator	Tractor 100 CP + combinator 5m	8-10	3.86	31-38	18-22	4.5
Fertilizat	Tractor 65 CP + MA 3,5	2.2	3.86	9.6	40	2.5
Semănat	Tractor 70 CP + SUP DK	6	3.86	27	15-20	5
TOTAL		**54-60**		**214.6-235.6**		**31**

În final, în figura 595 prezentăm o suprasinteză a acestei cercetări, care poate fi utilizată în promovarea pe zone de marketing.

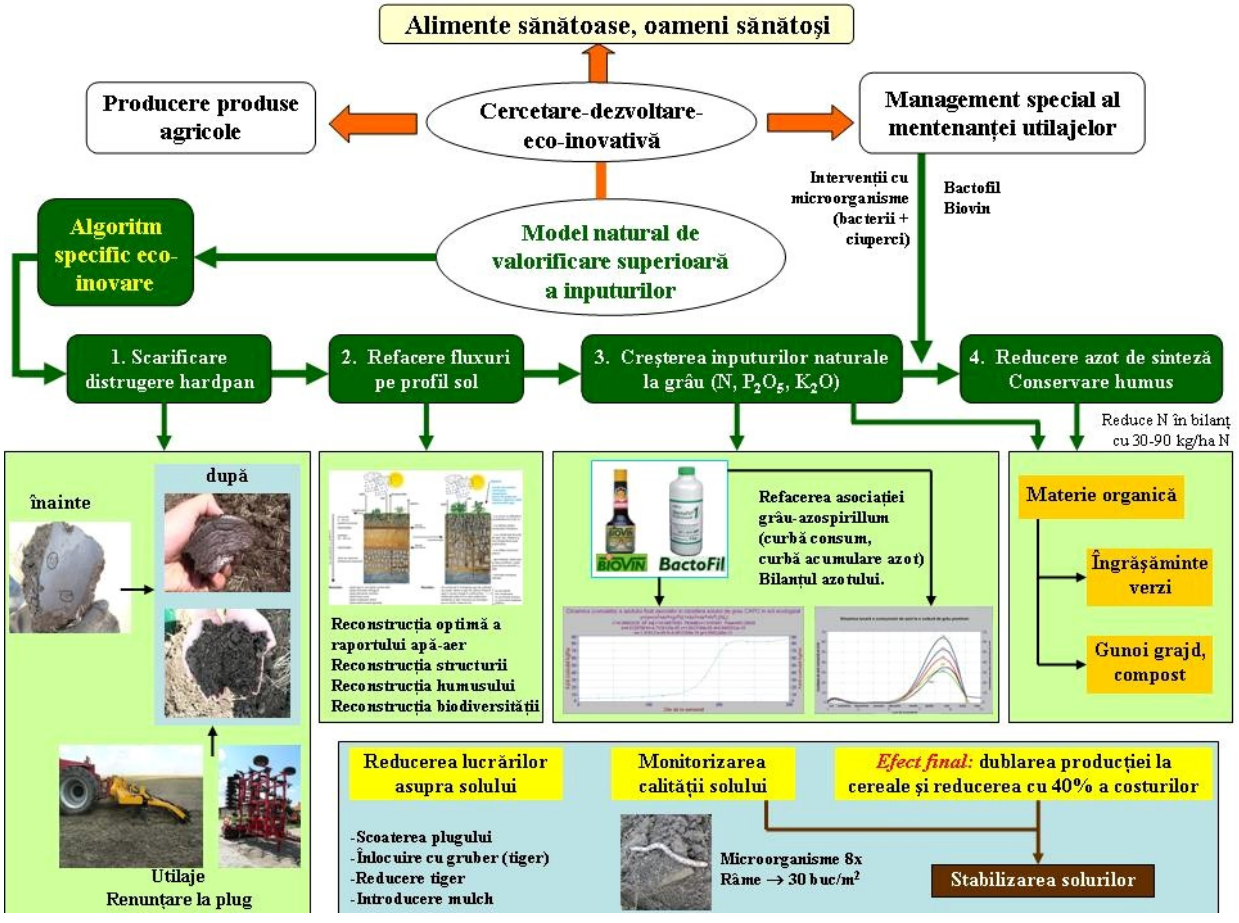


Figura 595. Model implementat al unei agriculturi noi moderne, naturale

BIBLIOGRAFIE

Abenoveli M.R., Gacco G., Sorgona A., Marabotini R., Paolacci A.R., Ciafi M., Badiani M., 2006, *The inhibitory Effect Of Coumarin On The Germination Of Durum Wheat (Triticum Durum) Seeds*

Achiri-Bădicean Irina, 2008, *Efectele fiziologice ale tratării soiei (Glycine max I) cu vanadiu şi metaboliți de streptomicete la etapa de germinație.* Academia de Ştiințe a Moldovei. Institutul de Genetică şi Fiziologia Plantelor. Teză de doctorat

Aggie-Horticulture, *Cucurbit Leaf Disorders.* Agrilife Extension, Texas. www.aggie-horticulture.tamu.edu

Agri Bondemark vti DLG, 2010, *Bodenbearbeitungsysteme*. www.agribenchmarkt.or/wsts/bodenbearbeitungsysteme

Agrichem 2007, *Supa humus: Healthy Sustainable Soil.* Fluid, Focus. Nr. 0012. www.agrichem.com.au

Agridea, 2007, C*ereales densité de semis et quantité de semence*. Juin 2007, www.agridea.ch

Agrios N.G., 1998, *Plant Pathology.* 4th edition. Academic Press. ISBN 0-120445-46-6

Agriplus, 2007, *Politici Agricole Comunitare*. Fertilizarea culturii Rapiței. www.agroazi.ro

Agroazi.ro, *Portal național de agricultură,* 2007, Politici Agricole Comunitare. Fertilizarea culturii rapiței. Agriptus

Agro.bio Spain, 2008, *Resultats aus dem Test in Albaceti/Spain. Finea los Botaneros/Don Higinio Olivaras Sevilia* (Date comunicate personal şi publicate apoi în diverse reviste)

Agrositio.com, 2010, Nitragin optimize. Aumento ena eficientia de fijancion del nitrogeno at mosfuieco. www.agrositio.com/vertex

Ailincăi C., Ailincăi D., Zbanț M., Mercuş Ad., Țopa D., Cara M., 2007, *Investigations On The Influence Of Crop Rotation And Organo-Mineral Fertilization On Maize Yield And Physical-Chemical Characteristics Of Combic Chernozem In The Moldavien Plain.* Cercetări agronomice în Moldova. Anul xxxx vol. 3 (131), 2007

Ailincăi B., Ailincăi C., Zbanț M., Mercuş Ad., Țopa D., Cara M., 2008, *Influence Of Organo-Mineral Fertilization On Wheat And Maize Crops And The Evolution Of Soil Fertility Under Long-Term Experiments In The Moldavian Plain.* Cercetări agronomice în Moldova. Vol. XLI, No. 3 (135)

Aisha U., Zubaida Y., Faroh K., Uzma H., Aisha A., Quamar N., Amina Y., 2010, *Evaluation Of Allelopatic Potential Of Some Selected Medicinal Species.* African Journal of Biotechnology vol. 9, pp. 6194-6206. ISSN 168-5215 (c) 2010. Academic Journal

Albert E., 2005, *Stickstoff zu Raps wann, wie und mit welchem N-Dünger*. Inovation 2
Albrecht C., Geurts R., Bisseling T., 1999, *Legume Nodulation And Mycorrhizae Formation: Two Extremes In Host Specificity Meet.* The EMBO Journal vol. 18, no. 2, pp. 281-288
Al,Kaisi Mandi., 2002, *Do I need to till my soil?* Integrated Crop Management nr. 3, 2002, martie
Alvez de Sena J.O., Zaidan H.A., Camarg e Castro: R.R., 2006, Water osmotic in Calcus blumei plants under salinity stress. Braz.arch.biol.technol. Vol. 49 nr. 6 Curitiba
Amarillo National Resource Center for Plutonium, 1998, Literature Review: *Phytoaccumulation of Chromium, Uranium and Plutonium in Plant Systems*. www.pn.org
Anderson şi colab., în Wikipedia, 1987, *Biochimie, Biophysics, Acta 897*, pp. 386, 397
Andrew G., Erin Oxford, Bethel, *Chemistry in Plant Nutrition and Growth*. Project Alaska Agriculture. www.agelossrom.org/ak.ov
Apel B., Herzog A., Skark C., Lifert I., Weres G., Wonlich S., Kehres B., 2010, Vorwort/Impressum. *Eisatzmőgligkeiten und Grenzen der Kompostanwendung im Wasserschutzgebieten.* Fischer Digital und Schnelldunk, Karlsruhe. www.kompost.de. Editor Bundesgutegewinschaft Kompost CV. Editura 4 martie
Arnon D.I., 1938, *Microelements in culture. Solution experiments with higher Plants.* American Journal of Botany, vol. 25, nr. 5, pp. 322-325
ARVALIS, Institut de végétal, 2008, *Insertion d'un pois protéagineux dans une monoculture du blé tendre d'hiver. Impact sur la marge induit par les économies d'engrais azotés.* Dispositif experimental d'EPIEDS (27). 2002/2003/2004
ASABE, Technical Library, 2008, *Dry Fermentation Of Agricultural Substrates*. American Society of Agricultural and Biological Engineers
Australian Government, 2007, *Australian Natural Resources Atlas*. Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. GPO Box 787 Canberra ACT 2601, Australia
Babel U., 1975, *Micromorphology Of Soil Organic Matter.* In J.C. Giseking (Editor) Soil Components vol. 1, 1975
Backisch F.J. Vosshenrich HH, Korte K., Ortmeier B., Brunotte J., *Abschlussbericht „Statuserhebung zu begrenzenden Faktoren in der Pfluglosen. Bodenbearbeitung undet Berucksichtigung von Winterrapses*. Institut für Betribstechnik und Bauforschung (FAL), www.ufop.de/downloads/Bericht_Pflugloss
Baker A.J.M., Brooks RR, 1989, *Terrestrial Higher Plants Which Hyperaccumulate Mettalic Elements, A Review Of Their Distribution, Ecology And Phytochemistry.* Biorecovery, 1:81, 126.
Baker C.J., Saxton K.E., Ritchie W.R., 1996, *No Tillage seeding*, Science and Practice. CAB International Oxon UK
Bara Vasile Domuță, *Raport asupra activității de cercetare desfăşurate în perioada 2006-2008 în cadrul platformei de cercetare. "Laborator de cercetarea factorilor*

de risc pentru agricultură, silvicultură şi mediul înconjurător", anexa 1. Universitatea din Oradea, Facultatea de Protecţie a Mediului, 2009
Barker A.Y, Pilbeam D.J., 2001, *Handbook of Plant Nutrition.* Vanadium Nutrition in Higher Plants. Band 117 pp. 586-592. CRC Press, USA
Baruch S., Suha J.H., Neate S., Dijst G., 1996, *Rhizoctonia species Taxonomy, molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control.* Springer Verlag p. 578
BASF, 2009, *Nitragin Optimize Power*. Tus tecnologias para el cultivo soje. www.elegandosa.com
Bates R.G., 1965, *Determination of pH.* Willey, New York
Bauer K., Krems D., 2006, *Stress bei der Kebe* (Weinbau) LAKO. www.saut.at/Lehrerservice/weinbau
Bayer CropScience, 2006, *Science For A Better Life.* Workshop: Innovation, Perspective 2006. Leverkusen
Bărbulescu Al., Popov C, Mateiaş M.C., 2002, *Bolile şi dăunătorii culturilor de câmp*. Editura Ceres
Bâlteanu Gh., 2001, *Fitotehnie,* vol. 2, Editura Ceres
Bâlteanu Gh., 2001, *Fitotehnie,* vol. 2. Oleifere, textile, tuberculifere şi rădăcinoase. Tutun, hamei, medicinale şi aromatice, Editura Ceres
Bâlteanu Gh., 1974, *Fitotehnie,* Ediţia a 2-a, Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti
Beck E., Lufttge U.,, *Stress bei Pflanzen*. Biologie in unserer Zeit no. 20, pp. 237-244, doi 10 1002 biuz. 2-19900200506
Berca M., 2001, *Pălămida, o mare problemă naţională*. Agricultorul român, sept. 2001
Berca M., 2008, *Probleme de ecologia solului*, Editura Ceres
Berca M., 2008, *Managementul integrat al nutriţiei plantelor,* Editura Ceres. ISBN 978-973-40-079209
Berca M., Secuiu V., Nuţă A., 2010, *Pagube aduse culturilor agricole în Câmpia Burnasului de şoarecele de câmp. Studiu de caz, rapiţa.* Scientific Papers, vol. 10, USAMV Bucuresti
Berry S., Rhedes R., 2006, Green Manure Crops: *Agronomic Characteristics And Effect On Nemathodes*. Proc. S., Afr. Technol. Ass. 80 p. 270
Berzsenyi Z., Györffy B. Lap Dang-Quoc, 2000, *Effect of Crop rotation and fertilization on maize and wheat yield and yield stability in long term experiment*. European Journal of Agronomy, vol. 13, pp. 225-244
Bertsch P.M., Alley M.M., *Conventional and Suspension Limestone Influence on Soil. Chemical Properties and Corn and Soybean Yields*. Agronomy Journal 73:1025-1078
Beyme B., 2007, *Bezihungen zwischen Mangan, gehalten in Hoferpflanzen und Baden. Zeitschrift für Pflanzenernärung und Badenkunde*. Vol. 130 (3) pp. 271-281
Biller R.H., Hollstein R.H., Sommer C., 1997, *Precision application of herbicides by use of optoelectronic sensors.* Precision agriculture. Bios Scientific Publishers LTD pp. 451-458

Biodinamische Research.net., 1992, Wirkung von Rottenmist und biologische-dinamische Preparate

Biomasters Inc., 1999, *Microsoil, Soil pH ExplainEditura* www.microsoil.com

Biostart, Rhizo Boost, *Field Trial. Increased Field in Rice Production*. National Institute of Agricultural Research. www.microbesnic.com/images/agriculture

Bjorkman Erik, 1970, *Forest Tree Mycorrhiza. The Conditions For Its Formation And The Significance For Tree Growth And Afforestation.* Plant and soil 32.589-610

Blaine Alan, Oldham L., Crouse K., 1997, *Soybeans; Liming And Fertilization*. Information Sheet 873. www.musucares.com/pubs/infosheets/is0873

Block Karsten, 2002, Referat VI: *Berichte und Versuchsergebnisse 2002*. Landwirtschaftscentrum Haus Düsse. www.duesse.de

Blohhina OE, Virolainn K.V., Viroleinen F., 2003, *Antioxidants, Exidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: Review*. Annals of Botany, 179-194

Blom AJ, Davis U.C., 2009, *As carbons dioxide rises, food quality will decline without careful nitrogen management*. California Agriculture Home, vol. 63, nr. 2, Viewing html.w/links

Boku W., 2004, *Grundlagen der Phytomedizin*. WS 2003/2004

Boland G.J., Kuykendall D., 1998, *Plant-Microbe Interaction And Biological Control*. CRC Press, p. 442

Borlan Z., Hera Cr., 1973, *Metode de apreciere a stării de fertilitate a solului în vederea folosirii raţionale a îngrăşămintelor*. Editura Ceres, Bucureşti

Borlan Z., Hera Cr., Dornescu D., Curtine C.Z.P., Rusu M., Buzdugan I., Tănase Gh., 1994, *Fertilitatea şi fertilizarea solurilor* (Compendiu de agrochimie). Editura Ceres, Bucureşti

Börner H., 1955, *Phenolic Compounds From Grain, Straw And Grain Residue.* Naturwissenschaften u2

Börner H., 1956, *Paperchromatographie Identification Of Ferulic Acid (4 hidroxi, 3 metoxicinnamic acid) in wheat straw*. Naturwissenschaften u3

Börner H., 2009, *Pflanzenkrankenheiten und Pflanzschutz.* Springer-Lehrbuch. ISSN 0937-7433. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Bossio D.A., Scow K.M., Gunapala N., Graham K.J., 1998, *Determination Of Soil Communities. Effect Of Agricultural Management. Season And Soil Type On Phospholipid Fatty Acid Profiles.* Microbial Ecology 1 (1-2) DOI. 190.1007/S 00248990087

Bot J.L., Adomoviez S., Robin P., 1998, *Modelling plant nutrition of Horticultural crops: a review*. Scientia Horticultura 74. pp. 47-82

Brand G.E., Hellgsen N., Brick T., Bergman T., Eddolm O., 2009, *Molecular dynamics study of zinc binding to cysteins in a peptide mimic of the alcohol dehydrogenase structural site*, Phys. chem. chem.phys (PCCP) 11 (6) 975-983, ...; 10.1017/S 00 29605100000 781)

Brandy & Weil, 2002, *The Nature and Property of Soil*. Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences. ISSN 1934-7235, vol. 1, Issue 2, 2007

Bratio Sybile, Zeidler Mirella, Pior Hans Peter, Torkler Hans, 2008, *Die Nutzung von Badenschatzungsdaten zur Modelierung von Landwirtschafticher Biomasse*. Bericht der DGB (www.dbges.de)

Brauns, 1968, *Praktische Bodenbiologie*. Stuttgart, Editura G. Fischer

Broyer T.C., Carlton A.B., Johnson C.M., Stout P.R., 1954, *Chlorine, a Micronutrient Element for Higher Plants*. Plant Physiology vol. 29 (6). Nov., pp. 526-532

Brunt L., 1999, *An Arbitrage Model of Crop Rotation in 18th Century England.* University Oxford. Discussion Paper in Economic and Social History, Nr. 32 sept. 1999

Buchhalz F., Neuman E., 1964, Der Einfluß der Bodenbearbeitungs und Dungung auf den Wasserhaushalt und die Durchwurzelung Sandiger Waldböden Brandenburgs. Archives of Agronomy and Soil Science vol. 8, pp. 525-538. Doi, 10.1080/036503460941412

Budai Gh., Borlan Z., Penescu A., Berca M., Coroianu M., Caramete C., Ţigănaş L., Ştefănescu D., Soare M., Dana D., *Cercetări privind evoluţia unor însuşiri agrochimice ale solului brun-roşcat sub influenţa fertilizării de lungă durată.* www.precis.ro

Buhre C., Kluth C., Varelman M., 2007, E*influss von Fruchtvolge und Sorten wahl auf dem Befall mit Rhizoctonia solani an Zucckerruben und Mais.* Institut fuet Zuckerrubenvorschung Abteilung Phytomedizin. 50 Jahrestagung der Gesellschaft fuer Pflanzenbau Wissenschaften. 19.09.2007

Burlacu G., Popescu A., Maravela V., 2007, *Rezultate ale cercetărilor în domeniul folosirii raţionale a îngrăşămintelor.* Analele INCDA, Fundulea, vol. LXXV, 2007, volum jubiliar

Burloi Gh. 2001, *Agrochimie*. Editura Didactică şi Pedagogică

Burza I. şi colab., 1999, *Fiziologia plantelor de cultură,* vol. III şi IV. Editura Ştiinţa Chişinău

Burza I. şi colab., 2004, *Fiziologia plantelor de cultură*. Editura Ceres 2004

Cadrin F., 1997, *Effets du travail du sol (monoculture et rotation) et du niveau de fetilisation azotée sur le émissions d`oxyde nitreux.* Teză masterat. Dep. of Natural Resource Science. Me Gil, Canada

Canola Council of Canada, 2010, *Soil Fertility and Canola Nutrition*. www.canolacouncil.org chapter 9

Cardina J., Johnson G.A., Sparov D.I., 1997, *The nature and consecvence of Weed Spatial distribution.* Weed science 45, pp. 364-373

Carli A., Drescher A., 2002, *Die Verbesserung von Humusauflage durch Laubbäume – das Beispiel Secundarer Fichtenforte in der SE Steienmark (Osterreich).* Natur Wissenschaft verein für Steiermark. www.biologiezentrum.at

Cary E.E., Allway W.P., Olsen O.E., 1977, *Control Of Chromium Concentration In Food Plants. Absorbtion And Translocation Of Chromium By Plants*. J. Agric. Food. Chem 25: 305-309

Casanova E., 2000, *Phosphorus and Potassium Fertilization and Mineral Nutrition of Soybean.* Interciencia, marzo-abril, ano/vol.25, numero 002-pp. 92-95. Caracas, Venezuela

Cassan F., Diego P., Sgray V., Oscar M.M., Claudio P., Luna V., 2008., *Azospirillum Braziliense Az.39 And Bradyrhizobium Japonicum E190, Inoculated Single Or In Combination, Promote Seed Germiantion And Early Seedling Growth In Corn (Zea Mays L) And Soybean (Glycine Max L).* European Journal of Soil Biology vol. 45, issue Jan-febr. 2009, pp. 28-35

Castilo Marcela, Flores Margarita, Mavingui Patrick, Martinez-Romero Esperanza, Palacios-Rafael, Hernandez Georgina, 1999, *Increase Alfalfa Nodulation, Nitrogen Fixation and Plant Growth By Specific DNA Amplification in Sinorhizobium meliloti. Applied and Environmental Microbiology.* June 1999 pp. 2716-2722. 0094-2240/99

Cauwer B.D.E., Reheul D., Nijs I., Milbau A., 2006, *Effect of Margin Strips on Soil Mineral Nitrogen and Plant Biodiversity.* Agronom. Sustain. Dev 26, 117-126 INRA, EDP Sciences. Doi: 10-1051/agro.2006004

Cârjă M., Proca S., Ionescu J., Drăguşin V. şi alţii, 2010. *Mic îndrumar de cultivare a rapiței.* Pioneer. www.public.pioneer.com

Cetiom, 2007, Atouts; débouchés, rendement blé marges/agronomie et environment. www.cetiomfrance/indexphp

Chemistry.umeche.maine.edu/CHY431/2gdm 2009, Evoluția şi structura proteinelor, Uni Maine

Chen Gen Y.I., Ruberson I, 2006, *Herbivore Feeding An Induction Of Systematic Resistance In Cotton Plants.* Beltwide cotton conference, san Antonio Texas, January 3-6

Chen Wenrong, Zhenli L.He., Yang E.X., Mishra S., Stoffella P.J., 2010, *Chlorine Nutrition of Higher Plants: Progress and Persectives.* Journal of Plant Nutrition vol. 33 (7) Ian. 2010, pp. 943-952

Chon S.U., Kim Y.M., 2004, *Herbicidal Potential and Quantification of suspected Allelochemicals.* Four Gras Crop Extract. Agronomy and Crop Science 190, pp. 145-150. Back Verlag Berlin. ISSN 0931-2250

Christoph G., Piepho H.P., Gerhard R., 2008, *Quantifizierung der Effekte von Boden, Unkraut und Herbizid auf den Ertrag von Winterweitzen, Wintergerste und Mais mit einem gemischten linearen Modell als Grundlage fuer ein Expertensystem fuer Precision Farming Anwendung.* Uni Hohenheim fachgebiet Herbologie

Cristen L., Evans E., Nillson C., Haldrup C., 1999, *Oilseed Rape Cropping Systems In NW Europe.* 10th International Rapeseed Congress, Camberra, Australia

Christen O., 2001, *Ertrag, Ertragstruktur und Ertragstabilität von Weizen, Gerste und Raps in unterschidlichen*. Fruchtfolgen Pflanzenbauwissenschaften 5 (1) pp. 33-39. Verlag Eugen-Ulmer GmbH.Co Stuttgart

Christensen Karin, 2006, *The Biology of the Great Selenium, the Essential Trace Mineral.* The Goal Magazine, June-July

Christensen S., 2005, *Site specific Weed Management*. www.ewrs-sswm.org

Cioban C., Milen A., Anca A., Trasca T., 2008 , *Elaboration and implementation of Ecological Agriculture for Vegetable Waste Management.* 43rd Croatien and 3rd International Symposium on Agriculture

Commitee on the Role of Alternative Farming Methods in Modern Production Agriculture. Board on Agriculture National Council. *Alternative Agriculture.* National Academy Press Washington D.C.

Constantinescu Florica, Dinu Sorina, Sicuia Oana, Zamfiropol Roxana, 2009, *Izolarea, selecția şi monitorizarea în mediu a tulpinilor de bacterii pentru obținerea mulciului bioactiv.* 10 sept. 2009, prezentare orală

Cornell University Wilcox W., *Tree Fruit And Berry Pathology.* New York State Agricultural Station. Geneva, New-York. Fire Blight www.nysaes.cornel.edu

Cousens R.D., 1985, *A simple model relating yield loss to weed density.* Annals of Applied Biology, 107, pp. 239-252

Cowan J.A., 1995, *Introduction to the Biological Chemistry of Magnesium*. J.A. Cowan Editura New York VCH

Cralle T. Harry, Heichel M. Gary, 1981, *Nitrogen Fixation and Vegetative Regrowth of Alfalfa and Birdsfoot Trefoil after Successive Harvests or Floral Debudding*. Plant Physiology 67, 898-905.0032/81/67/0898/08

Crovetto C., 1996, *Stubble over the soil. The vital role of plant residue in soil management to improve soil quality*. American Society of Agronomy

Cultivar Juillet-August 2009, *Technique, Experience. Semis de precision. Objectif: Une graine, une plante.* CUND628_42a49_5276a5278_De.indd 44

Dachler M., Kőchl A., 2003, *Der Einfluss von Fruchtfolge, Vorfrucht, Stickstoffdűngung und Einarbeitung der Ernterukstände auf ertrag und Roproteingehalt von Winterwizen und nachfolgender Sommergerste.* Die Bodenkultur 54 (1)

Dahnke W.C., Fanning C., Cattanach A., 1992, *Fertilizing sunflower.* NDSU, Crops Economics, Community Leadership. www.ag.ndsu.edu

Dahnke W.C., Fanning C., Cattanach A., 1992, *Fertilizing Soybean.* NDSU.SF-719. www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/soilfert. SF 719

Daub M.E., Chung K.R., 2007, Cercosporin: *A Phytoactivated Toxin in Plant Disease.* On-line. APS net Features doi: 10.1094/APSnetFeature/*2007*-0207. www.apsnet.org

Davidescu D, Davidescu V., 1981, *Agrochimia modernă*. Editura Academiei RSR, Bucureşti

Davidescu D, Davidescu V.,1992, *Agrochimie horticolă*. Editura Academiei Române.

Deshaies R.J., Fish L.E., Jagendorf A.T., 1984., *Permeability of Chloroplast envelope to* Mg^{2+}. Plant Physiology 74 (9) 956-961. PMIB 16.663541

Deborah K., Johnie S., Raman B., Frederico P. Rossel, Lloyd E., 1998, *Bacterial Expression And Spectroscopic Characterization Of Soybean Leghaemoglobin.* Biochem J., 330 (983-988). G.B.

De Gara L., De Pinto M.C., Molitieri Vita M.C., D'Edigio M.G., 2003, *Redox Regulation And Storage Processes During Maturation Of Kernels Of Triticum*

Durum. Journal of Experimental Botany, vol. 54, nr. 381, p. 249-258. Ian. 2003. DOI: 10.1093/Jxb/erg.021

De Giorgio D., Sisto D., Ubaldo D., Vonella A.V., 2004., *The Effects Of N Fertilization Levels And Root Mycorrhizal Colonization On Plant, Growth And Grain Yield În Durum Wheat. BM*, International Soil Conference. Brisbane, Jul. 2004

Deisenroth C., 2002, *Grosses Interesse on Mulchsaat im Zuckerrubenbau*. Landwirtschafthelm Wochenblat Folge, 10, p. 32

Deisenroth C., 2002, *Mulchsaat frulezeitig Planen Landwirtschaftliche*. Wochenblat Folge 27, p. 37

Denarié J., Debellé F., Promé J.C., 1996, *Rhizobium Lipo-Chitooligosaccharidae Nodualtion Factors; Signaling Molecules Mediating Recognition And Morphogenesis.* Annual Rev. Biochem, 65, pp. 503-535

Departamento tecnico Nitragin Bonus, 2009, *Mejorar la eficientia de produccion en trigo y otros cereales.* Fecho de Publication, 16.05.2009, Eugormix.corn

De Vos Rice C., Lubberding N.J., Bienfait H.F., 1986, *Rhizosphere. Acidification as a Response to Iron Deficiency in Bean Plants,* American Society of Plants Biologists, Plant Physiology 81:842-846

Dicke D., Krohman P., Gerhard R., 2003, *Spatial and temporal dynamic of weed population in crop rotation under the influence of site-specific weed control. Precision agriculture.* (Editura Stafford Werner A.), Wageningen Academic Publishers, 157-163

Diercks R., Heye C., 1970, *Notwendigkeit und Problematic der Ermittlung von Schadenscwellenwert,* In Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheit und Pflanzenschutz pp. 610-627

Dirke Westerman, *Die Welt online entdecken Deutschland Erde, Klimaerde*

Die Umwelt Beratung Wien, *Klimaschutz mit gesunder Ernärung*. http://www.imageberatung.at

Dorneanu J., 2009, *Potasiul, element indispensabil pentru producţia şi calitatea recoltei de floarea-soarelui*. International Potash Institute. Coordonator Central/Eastern Europe. CH, 4001, Basel Elveţia. www.ipipotash.org

Dörman Peter, 2003, *Corn With Antioxidant Potential*. Nature Biotechnology 21.1015-1016, doi 10.1038nbt093-1015

Dos Santus P.C., Dean Denis R., 2008., *A Newly Discovered Role For Iron-Sulphur Clusters*. PNEAS 105 (33) 11589, 11590,101073/pnas:0805713105, PNID 18697949

Dragomir Nicoleta, 2007, *Fixarea azotului la leguminoasele furajere*, Revista Ferma nr. 9, 2007

Dumitru M., şi colab., 2003, *Cod de bune practici agricole,* vol. I, Editura Expert, Bucureşti

Dumitru E., Canarache A, Enache R., Calcine I., Surăianu I, Negrilă M., Manea C., Simionescu V., Gament E., Mihalache G., 2004, *Componente ale sistemelor*

tehnologice agricole de cultivare a plantelor pentru conservarea solului şi apei pe terenurile plane. ICPA Bucureşti, România
Dumitru M. şi colab., 2000, *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România. Institutul de Cercetări pentru Pedologie şi Agrochimie Bucureşti*. Editura GNP, Material alcătuit împreună cu FAO
Dunger W., 1964, *Tiere im Boden*, Editura Wittenberg, Aziemens
Easterwood G.W., 2002, *Calcium's Role In Plant Nutrition*, Fluid, Journal of Hydro-Agri, North America Inc., Tampa, Florida
Eichorn Horst, 1999, *Landtechnik,* Verlag Eugen Ulmer GmbH.G.Co, Stuttgart, Hohenheim
Elegandosa.com, 2009, *Gacettilla,* Technica 2009. Nitragin Maiz
El-Seikh M.A., Ulrich A., 1970, *Interaction of Rubidium, Sodium and Potassium on Nutrition of Sugar Beet Plants*, Plant Physiology 46, pp. 645-649
Ei-Sheekh M.M., Naggar-El-A.H., Osman M.E.H., El Mazaly E., *Effect Of Cobalt On Growth, Pigments And Photosynthetic Electron Transport In Monoraphidium Minutum And Nitzchia Perminuta*. Tanta University Egypt, 30.08.2003. Brazilian Journal of Plant physiology 15 (3) 159-166
Ende Andreas, 1998, *Heilmittel der Natur*. Manuka Sudwest 1998. ISBN 976-351708032-1
Entrup Norbert Lütke, Pahl Hubert, Albrecht Reihard, 2000, *Fruchtfolgewert von Körnerleguminosen.* UFOP Praxis Informationen
Erhard A., 2005, *Stickstoff zu Raps. Wann, wie und mit welchem N-Dünger?* Sächsiche Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig. Inovation 2
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe ev. (FNR), 2008, Stallmist. www.nachwachsenderohstoffe.ev
Favaro P.S., Braga Neto J.A., Takohashi HW, Miglioranya E., Ida E.I, 2007, *Rates of Calcio, Yield And Quality Of Snap Bean.* Scientia Agricola ISSN 0103-9016 vol. 64, nr. 6 Piracicaba Braz
Fowler B., 2002, Winter cereal production chapter 25. Marketing. www.usasr.ca/agriculture/plantsci/winter_cereals/winter_wheat/chapter25
Filho-Marcos J., Custodio C.C., Camara G.M.S., Marcos E.A., Miranda R.E., 1994, *Relationship Between Nitrogen Sources, Germination And Vigor Of Soybean Seeds*. Sciencia Agricola, vol. 51 nr. 2, Piracicabo, Braz, May-Aug., ISSN 0103-9016
Firenzouli A.M., Vanni P., Ramponi G., Baccari V. , 1968, *Changes in Enzyme Levels During Germination of seeds of Triticum Durum.*, Plant Physiology 1968 Feb, 43(2):260-4
Fischbacher T., 2008, *Die Fehler der lezten 10.000 Jahre.* Prezentare Leipzig 18.11.2008
Felcman J., Braganca T.M.L., 1988, *Chromium in Plants*. Biological Trace Element Research, vol. 17, nr. 1, sept. 1988
Flatter A., 1999, *Untersuchungen zur Verbesserung der Vorhersage unkrautbedingter Ertragsverluste in Winterweizen*. Dissertation, Universität Hohenheim

Flueck T.W, Smith, Flueck M.J., 1990, *Selenium Deficiency In Deer, The Effect Of A Declining Selenium Cycle?* www.deerlab.org/Publ/pdfs/26pdf. Trans. 19th IUGB Congress, Transheim 1989

Foster M., Laabs F., Amelung Y., 2005, *Sind Tier-Antibiotika eine Gefahr für Menschen und Umwelt? Verbund Perfekt under Bonner Beteilung untersucht Abbauwege und Wirkungen im Boden.* Uni-Bonn-Presse Konferenz

Freie Universität Berlin, *Dinamic, Lernportal zur Einfürung in die Phisicolische Geographie e-learning-webbsite.* PG-VET www.geo.fu-berlin.de

Fritig B., Heitz T., Legrand M., 1998, *Antimicrobial protein in induced plant defense*. Curr. Opin. Immunol. 10:16-22

Frost D.V., Olson E.O., 1972, *The Two Faces of Selenium, Can Selenophobia Be Cured?* Critical Reviews in Toxicology, vol. 1, nr. 4, pp. 457-514

Fuller Colin, 2000, *Modelling continuos improvement and benchmarking processes through the use of benefit curves.* Benchmarking an International Journal, vol. 7, p. 35-51. ISSN 1463-5771

Galler J., 2007, *Stickstoff. Kreislauf, Dungungumwelt*. Landwirtschaftlichekammer Salzburg, Salzburger-Druckerei

Ganz T., 2003, *The Role of Antimicrobial Peptides in Innate Immunity,* Integr. Comp. Biol. 43, pp. 300-304

Ganzelmeier H., Nordmeyer H., 2008, *Innovationen in der Applikationstechnik. In: M. Tiedemann A v, Heitefuss R. Feldmann F.: Pflanzenproduktion im Wandel.* Wandel in Pflanzenschutz. ISBN 978-3-941261-00-6, pp. 138-149

Gardner J., Caswel-Chen, 1993, *Penetration, Development and Reproduction of Heterodera Schachtii on Fugopyrum Esculentum Phacellia Tanacetifolia, Thaphanus sativum, Sinapis alba, and Brasica oleracea.* J. Nematologic Dec. 25 (4) pp. 695-702

Gardner J.C., Faulkner D.B., 2004, Use of cover crops with integrated crop-livestock production systems. Integrated crop-livestock systems. www.swes.org/filelibrary/CCCW.11pdf

Gawronska, Kulesza, 2006, *Study on Winter Rape Monoculture*. 6th international rapeseed conference

Găină V., Burlacu G., 2005, *Influenţa aplicării de lungă durată a îngrăşămintelor asupra producţiei de grâu şi porumb şi asupra unor indici agrochimici ai solului*. www.precis.ro/nodules.php

GCP Groupement des Compostières Professionnelles, 2010, *Caracteristiques du compost*. www.gcp-compost.ch//caracteristiques.php

Geleta, S., D.D. Baltensperger, and G. D. Binford. 1997. *Sunflower Response to Rate of Nitrogen and Phosphorus in Wheat-Fallow Cropping System in the Northern High Plains*. J. Prod. Agric., Vol. 10:373-472

Gerhards R., Christensen S., 2003, *Real Time Weed Detection, Decision Making And Patch Spraying In Maize, Sugarbeet, Winter Wheat And Winter Barley*. Weed Research 43, pp. 385, 392

Gerhards R., Oebel H., 2006, *Practical Experiences With A System For Site-GPS-Controled Patch Spraying,* Weed Research, pp. 185-193

Ghinea L. Ştefaniuc Gh., Popescu A., Oprea Gh., 2007, *Cercetări în domeniul chimiei şi biologiei solului.* Analele INCDA vol. LXXV, volum jubiliar

Girling C.A., 1984, *Selenium in agriculture and the environment. Agriculture Ecosystems and Environment.* Elsevier Science B.V., Vol. 11, issue 1, April 1984, pp. 37-65

Gisi U., Schenker R., Stadelmann F., Stricher M., 1997, *Bodenoekologie.* Editura a II-a, Stuttgart. New York

Gollner M., Freyer B., 2006, *Beitrag der arbuskulären Mykorrhiza im Ökologischen Landbau zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit unter Berücksichtigung ackerund pflanzenbaulicher Maßnahmen sowie der Dauer der Ökologischen Bewirtschaftung.* Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Gonzales J.E., Marketun M.M., 2003, *Quorum Sensing in Nitrogen Fixing Rhizobia Microbiology and Molecular Biology Reviews,* pp. 574-592

Gonzales Orlando Tahuni, Campanharo Carlos Joao, de Macedo Lemos Eliana Gertrudes, 2008, *Pesquisa Agropecuaria Brasileiro* vol. 43 nr. 9, sept. 2008. ISSN-0100-204X

Government of Alberta, 2010, Diseasesof Barley, Non Infectious Copper Defficiency Fotos Evens www1.agric.gov.ab.ca%24dept.docs.nfs

Grazziero DLP, 1998, *Control of weeds in no-tillage cultivation. Proceedings, first Jircas Seminar On Soybean Research*. March 5-6 1998, Foz do Ignacy Brazil, Jirkas working report no. 13, pp. 43-52

Grimme E., 2006, *Abiotischer Stress in Weitzenblättern: Reaction in Photoshynthese-Apparat in Relation zum Stressmetabolismus.* Teză de doctorat susținută la Facultatea de ştiințe Agricole a Universității Georg, Augustus din Göttinger, Germania

Guetler GmbH, 2001, *Acker und Pflanzenbauliche Feldversuche* Direct Verfahrenvergleich in 3 Järigen Feldversuche 1997-1998. www.guettler.de/uni2

Guinazu B.L., Andres J.A., Del Papa M.F., Pistorio M., Rosas S.B., 2010, *Response of alfalfa (Medicago sativa L.) to single and mixed inoculation with phosphate-solubilizing bacteria and Sinorhizobium meliloti.* Biol. Fertil. Soils 46. 185-190. Doi.10.1007/S00374-009-0408-5

Gupta A.S., Berkowitz G.A., 1989, *Development and use of Chlorotetracycline Fluorescence as a Measurement assay of Chloroplast envelope-bound* Mg^{2+}. Plant Physiology 1989 (3) 753-765: doi 10.11.04 p.89 3753. PMID 16666617

Gupta U.C., Watkinson J.N., 1985, *Agricultural Significance of Selenium*, Outlook on Agriculture 14 (4) 183-189

Gusenleitner M., 2005, *Chemische und Anatomische Untersuchungen zum Laubabau in einem Tropischen Bochökosystem*. Quebrada, Negra, Costa Rica. Diplomarbeit

Gutser R., Ebertseder Th., Weber A., Scharml M., Schmidthalter U., 2006, *Short-term and rezidual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizer on arable land.* Journal Plant Nutrition, Soil Science 168, pp. 439-446

Guttler GmbH, 1999, *Acker und Pflanzenbauliche Fedversuche*. www.guttler.de/uni2.html

Habadan Z., Valentina G., 2009, *Contribuţii la optimizarea nutriţiei cu azot la cultura porumbului.* Teză de doctorat, USAMV

Hammer S., 2010, *Satechnik*, Bodenbearbeitung. www.hammerschmiEdituraat

Hamouda B.M., Ghorbal H., Kremer R.J., Oueslati O. , *Allelopatic effects of barley extracts on germination and seedlings growth of bread and Durum wheats.* Agron. Sustain. Dev. Volume 21, Number 1, January-February 2001, p. 65, 71. DOI 10.1051/agro:2001109

Haneklaus S, FAL, Dungung mit Schwefel. Schwefel-Information der FAL „Dungung mit Schwefel". Institut für Pflanzenernärung und Bodenkunde, FAL, Braunschweig, pb@fal.de, http//www.pb.fal.de

Harris K.L., Lindblad C.J., 1976., *Postharvest Korn Verlust. Einschätzung Methoden.* Amerikanischer Verband von Getreide, Chemichern

Hassler T., Pelet F., *Virosen aund Analoge Krankheiten der Tomate.* Eidgenössisches Volkswirtschafts-Departement, EVD-Forschunganstalt. Merkblat 0394: www.agroscope.admin.ch

Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L., Nelson W.L., 1999, *Soil Fertility and Fertilizers*. 6th Editura Prentice Hall, p. 47

Hebinger H., CETIOM 2005, *Optimierung der Rapserträge durch Stickstoff-Dünge Modelle in Frankreich.* www.pflanzenbau.uni.kiel.de

Heenan D.P., Campbell L.C. 1981, *Influence Of Potasium And Manganese On Growth And Uptake Of Magnesium By Soybeans (Glycine Max. (L)*. Merr.cv. Bragg, Plant Soil 61: 447-456

Helberg Rode-Gesine, 2004, *Bodenentwicklung-Zersetzung Soil, Lern und Arbeitsumgebung zum Themenfelal a Boden im Untericht*. www.hypersoil.uni-munchen.de

Heluin Gilles, 2008, La lucerne menacé par l'Europe. Environment lieu permanent www.centpourcentnaturalefr/post/2008/11/13/L.O.

Helyar K.R., Porter W.M., 1989, *Soil Acidification, its measurement and the process involvEditura A.D. Robson (editor). Soil Acidity and Plant Growth*. Academic Press, Sydney, NSW

Hera C., 1972, *Funcţiile de producţie la fertilizarea grâului şi porumbului pe diferite soluri din România,* Analele ICCPT Fundulea, vol. 38, seria B

Hirschberg H.G., 1999, *Handbuch Verfahrenstechnik* und Anlangebau: Springer Verlag

Hoban Adriana, 2008, *Aspecte privind indicii hidro-fizici, densitatea aparentă a solului în solarul experimental din Someşeni, Cluj-Napoca*, Agricultura, ştiinţă şi practică nr. 1-2 (265-66)

Hocking P.J., 2001, *Organic Acid Exuded From Roots In Phosphorous Uptake And Aluminium Tolerance Of Plants In Acid Soil,* Advances in Agronomy 74, 63-69.

Hoffer Martina 2009, *Wirtschaftsdunger „Wert und Wirkung der Naehrstiffe”*. Wasserschutzberatung Őstereich

Hope A.B., Stevens P.G., 1952, *Electrical potential differences in Bean Roots and their relation to salt uptake*, Australian Journal of Scientific Research Series B5: 335-343

Hölzel Norbert, Otto Annette, *Assessing Soil Seed Bank Persistence In Flood-Meadows: The Search For Reliable Traits,* Journal of Vegetation Science p. 93-100. International Association of Vegetation Science

Huasi Gong, Itzak Ohad, 1991, *The PQ/SOH$_2$ Ratio and Occupancy of Photosystem II, QB Site by Plastoquinone Control the Degradation of D1 Protein during Photoinhibition in vivo,* The Journal of Biological Chemistry vol. 266, no. 31, pp. 21293, 21299

Huiying Li, 2005, *Roles Of Mycorrhizal Symbiosis In Growth And Phosphorus Nutrition Of Wheat In A Highly Calcarous Soil,* The University of Adelaide. Faculty of Sciences, Teză de doctorat

Hülsbergern K.J.,2007, *Der Humus gehalt – die wichtigste Kenzahl für die Bodenfruchtbarkeit.* Fachtag: Ackerbautag – Bio Austria

Hülsberger K.J., 2007, *Der Humusgehalt, die wichtigste Kenzahl für die Bodenfruchtbarkeit.* Bio Austria Bauerntage

ICPCB Braşov. Mitroi D., 1992 , *Cartoful în România*. *Locul cartofului în asolament*. Vol. 2, nr. 4, Octombrie-noiembrie-decembrie

Institutul Naţional de Cercetare şi Dezvoltare Agricolă Fundulea, 2006, 2010, Proiect sectorial 2.3.1. Faza 3., *Elaborarea de tehnologii integrate şi performante de utilizare a resurselor naturale, de creştere a eficienţei inputurilor, conservarea solului şi protecţia mediului pentru principalele culturi de câmp*, CF. 331/08.12.2006

INCDA Fundulea, Proiect PS 2.32, faza IV, 2009, *Sisteme de lucrare a solului adaptate condiţiilor locale, orientate spre protecţia stării agrofizice a solului, a conservării apei şi a optimizării economice a managementului agricol*, Proiect, rezultate publicate pe internet la 8.07. 2009

International Plant Nutrition Institute (IPNI) 2008, *Average Removal Rates For Crops In The North-Central Region USA*, Fall no. 4, 2008

International Plant Nutrition Institute (IPNI) 2010, *Nutrient Use.* Geographic information system for the US IPNI Publication no. 30, 3270

International Seed Testing Association (ISTA), *What Is Seed Quality And How To Measure It?* Session 4, The importance of quality seed in agriculture, www.seedtest.org

Jahangir A.A., Mondal R.K., Katrun Nada, Sadia Afoze, MA Hakim M.A., 2006, Response of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer and Plant Spacing on Growth and Yield Contributing Character of Sunflower, Bangladesj Journal Science 41, pp. 33-40

Jităreanu G., 2008, *Ameliorarea, conservarea şi valorificarea solurilor degradate prin intervenţia antropică în agroecosistemele din zonele culinare pentru creşterea calităţii vieţii şi protecţia mediului,* AMCOSOL, USAMV Iaşi, Raport ştiinţific, Proiect CEEX nr. 44/10.10.2005, Sinteză a rezultatelor experimentate

Johnson C.M., Stout P.R., Broyer T.C., Carlton A.B., 1957, *Comparative Chlorine Requirements Of Different Plant Species*, Plant and soil, vol. 8, nr. 4, pp. 337-353

Justus von Liebling: *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie*, Vieweg, Braunschweig 1840

Karban R., 1985, *Resistance Against Spidermites In Cotton Induced By Mechanical Abrasion.* Entomologia Experimentalis et applicata, vol. 37 nr. 2, pp. 137-141: doi 10.1007/BF 00188201

Kearsey M.J., 1998, *The Principles Of QTL Analysis (A minimal mathematics approach)*, Journal of Experimental Botany vol. 49, no.3, pp. 1619-1623. Oct. 1998

Kelman A., Michael J., Pelezar M., Pelezar R.M., Shurleff C., *Plant Disease* (Plant pathology). Article from Encyclopedia Britanica. www.britanica.com

Klaus V., 2010, *Wirkung der Wurmkompostierung auf patogene Keime. Natuga natur und garten*. www.natuga.de/wissen/patogene_keime

Kober Marcia de Vargas, Saccol de Sá Enilson Luiz, Freire Joao Ruy Jardim, Giongo Adriana, 2004, *Characterization of variants of Bradyrhizobium elkanii and B. Japonicum and Symbiotic behaviour in Soybeans*, Ciencia Rural Santa Maria, Vol. 34 nr. 5, pp. 1459-1464, Sept.-Oct. 2004

Kolbe, Hartmut (2008), *Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft*, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl

Kottke I., Soro A., Buger A., 1999, *Untersuchungen zur Bedeutung der Stickstoffspeicherung in der Mycorrizae fuer die Trockenstrestoleranz verschidener Okotipen der Buche.* Cercetare a Centrului European de Cercetare privind măsuri de purificare a aerului în landul Baden-Wurtenberg. www.bwplus.fzk.de

Kreuter T., 2007, *Pflügen oder Nichtpflügen – Oekologische Effekte*, Saechsische-Landesanschaft für Landwirtschaft Freistadt Sachsen

KTBL, 1995, *Einführung von Verfoliren der Konservirenden Bodenbearbeitung in die Praxis, Darmstadt*

Kuc J., 1982, *Induced Immunity to Plant Disease*. Bioscience vol. 32 no. 1, pp. 854-860

Lacharme Marc, 2001, *La production des semences certifiées. Règle à suivre à l'exploitation,* Ministère du Développement Rural et de l'Environnement, Direction de la Recherche Formation Vulgarisation. Fascicule 10

Lacroix Michel 2008, *Nutrition en calcium, problemes et prevention.* Ministere de l'agriculture, des Pecheries et de l'Alimentation Quebec. Laboratoire de diagnostique en phytoprotection

Lambartini C.J., Orioli A.G., 1988, *Absorbtion Of Iron. Fe-Humate In Nutrient Solution By Plants,* Plant and Soil, Netherland, Vol. 106 nr. 2, pp. 153-157

Landlive.de. Rickrich H., 2010, *Mykorriza eine bio high-Tech. Landlive a Community Landwirtshaft.* www.landlive.de

Landwirtschaft Ministerium Baden-Würtenberg, *Bodere, Grundnährstoffversorgung im Schwarzwald-Boarkreis*. www.landwirtschaft-mlr.baden-wurtenberg.de

Lateur Marc, 2002, *Perspective de lutte contre les maladies des arbres fruitiers a pepins au moyen de substance naturelles, inductrices d'une resistence systematique*, Biotechnologie. Agronom. Soc. Environ, Nr. 6 (2), pp. 67-77

Läuchli A., Epstein E., *Transport of Potassium and Rubidium in Plants Roots. The Significance of Calcium,* Plant Physiology 45, pp. 639-641

Lauenstein Lo., 2009, *Feldmause, ein ungelostes Problem*, Justus-Liebig Universitat Giessen. IPAZ. Prezentation, DLG Wintertagung Januar Berlin

Leppin Thomas, 2007, *Mobilisierungspotential unterschiedlicher Pflanzen für stabile Phosphatformen im Boden*, Disertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrawissenschaften, Justus-Liebig- Universität-Giessen

LBL Landwirtchaftliche Beratung, 2004, *Datenblaetter, Ackerbau Raps-Dungung*

LFL Bayern, 2010, *Berechnung und Deckungsbeitrag bei Winter Raps*. www.lfl.bayern.de

Ligterink W., 2010, *Unraveling The Complex Trait Of Seed Quality By Genetical Genomics.* Wageningen University. Seed Laborator PPT. www.wageningenseedlab.nl

Lima Filho O.F., Malavolta E., 2003, *Studies on Mineral Nutrition of the Coffee Plant /Coffea arabica). Remobilization and Re-utilization of Nitrogen and Potassium by Normal and defficient plants*. Braz. J.Biologie 63 (3) pp. 481-490

Limbrunner B., Maidl F.X., 2003, *Optimierung der Stickstoff-Düngung bei Winterraps (Brassica napus)*. www.landwirt.com

Liu Xiao, Wang En, Li, Ying, Chen Wen, 2007, *Diverse Bacteria Isolated From Root Nodules Of Trifolium, Crotalaria And Mimosa, Grown In The Subtropical Regions Of China.* Archives of Microbyology, vol. 188, nr. 1, pp. 1-14

Liu L., Kloeper L.W., Tuzun S., 1995, *Induction Of Systematic Rezistance In Cucumber Against Fusarium By Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. Biological control. Institute Alabama Agricultural Experiment station. Auburn University, Auburn. Grand 92-37303,7556 from USDA/HR. www.apsnet.org/publications/phytopathology

Lovkova MIa, Buzuk G.N., Sokolova SM, Kliment'eva N.I., Ponomareva S.M., Shelepova O.V., Vorotnitskaia I.E., 1996, *Medicinal Plant, Concentrators Of Chromium. The Role Of Chromium In Alkaloid Metabolism,*. Izv. Akad. Nauk. Ser. Biol. Sept-Oct. (5) 552-64

Lodish H., Berk Arnold, Zipursky L., Matsudaira P., Baltimore D., Darnell J., 2000, *Photosyntetic Stages and Light Aborbing Pigments Molecular Cell Biology*. NCBI.

Loneragan J.F., Snowball K., 1969, *Rate Of Calcium Absorbtion By Plant Roots And Its Relation To Growth,* Austrian Journal of Agricultural Research. 20(3), 475-490. doi.ev.1071/AR 9690479

Lovisolo O., Accoto G.P., Masenga V., Cotaricei O.A., *An isolate of Apple stem growing virus associated with Cleopatra Mandarin fruit intumescence.* Fitopatologie Bras, Vol. 28 no. 1, Brazilia, ian/feb. 2003. ISSN 0100-4158

LTZ NID-Beratungssystem, 2009, *Dungung von Acker und Sonderkulturen Dungung, Dungungsempfehlung; Nitrat Stickstoff, Nmin. Landwirtschafliches* Technologiezentrum Augustenber, Germania

LTZ Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg, 2010, *Dungung von Acker-und Sonderkulturen,* NID-Dungenberatungsystem Augustenberg

Lutke Entrup. Groblenghoff FF., 2007, *Konservierende Bodenbearbeitung. Direktsaat al strategisches Element des Erosionschutz und der Verbeserung der Oekonomischen Effizienz von Pflanzenbausystem. Fochveranstallung Strategien zum Bodenschutz*. Bonn, 5-6 Dec

Maerere A.P., Kenebi G.G., Honga DLM., 2001, *Comparative Effectiveness Of Animal Manures On Soil Chemical Properties And Root Growth Of Amaraanthus (Amarathus Cruentus L.)*. A.J.S.T., Vol. 1, nr. 4, January

Mayer Jacob, 2009, So speichert Wasser Information die Mechanik der Clusterbildung. www.gie.wasseractivierung.de

"Magnesium", Centre for Calcium Education, University of Newcastle upon Tyne. http://cancerweb.ncl.ac.uk/egi-bin/omd?magnesium

Manea C., Avarvarei I., Wolf M.,Constantin M.V., *Influența fertilizării minerale şi foliare asupra principalelor caracteristici biologice şi de producție a două soiuri de soia cultivate în sistemul vaselor de vegetație pe un agrofond fertilizat cu produsul Azotofertil*

Manea N.D., Piloca L, Cârciu G., Alda S, 2009, *Effect of tillage on soil physical features, weedcontrol and yield in winter wheat and maize,* Research Journal Science, 41 (1), 2009

Marchaim U., Birk Y., Dovrat A., Berman T, 1972, *Lucerne Saponins As Inhibitors Of Cotton Seed Germination.* Journal of Experimental Botany, Vol. 23, nr. 2, p. 302-309

Marschner H., 1995, *Mineral Nutrition in Higher Plants,* San Diego Academic Press. ISBN 0124735428

Martin Diaz Zorita, 2009, *Mejorar eficientia de production en trigo y otros cereals,* Articolos Tecnicos, Agricultura. Ficha de Publication: 16.05.2009. Departamento Technico Nitrogin Bonus

Matherom M., 2001, *Mode of Action for Plant Disease Management Chemistries*, 11th Annual Desert Vegetable Crop Workshop. Dec. 6, www.ag.arizona.edu

Mattson Mark P., 2007, *Hormesis, Defined Manuscripts*, NIH Public Access. Doi 10 1016/J.arr 2007.08.007

Mayer A.M., Shain Y., 1974, *Control of Seed Germination*, Annual Review of Plant Physiology. Vol. 25: 167-193

Maynard D.G., Stewart J.W.B., Bettany J.R., 1985, *The Effects on Soil Sulfur transformations,* Soil Biology and Biochemistry. Vol. 17, Issue 2, pp. 127-134

Mengel K., Kirkby E.A., 2001, *Principles of Plant Nutrition*. Kluver Academie Publishers

Messina F.J, Bloxham J.A., 2004, *Plant Resistance To The Russian Wheat Aphid Effects On A Nontarget Aphid And The Role Of Induction*, The Canadian Entomologist 136, pp. 129-137
Miami.uni-muenster.de, *Stressphysiologie bei Pflanzen*
Michliech G., 2007, *Humus im Boden, und seine Bedeutung für das Oekosystem*, www.geowiss.uni-hamburg.de/i-boden/publ
Michlich G., *Humus im Boden und seine Bedcutung für das Ökosystem*, Uni Hamburg, 2008
Microbiology procedure: Legumes arbuscular mycorrhiza interaction. www.microbiologyprocedure.com/micorrhizae/legume-arbuscular-micorrhiza-interaction
Mihalache Mircea, 2009, *Acidificarea solurilor*. Organic Edunct Confolio. www.oc.confolio.org/seam/49/resurce/5
Mihăilă V., Hera C., 1981, *Eficiența economică a aplicării îngrăşămintelor într-o rotație de 5 ani,* Analele ICCPT Fundulea, vol. XLVII
Mikkelsen R., Hartz T.K., 2008, *Nitrogen Sources For Organic Crop-Protection,* Better crops. vol. 92, nr. 4
Minjas A.N., Runeckles V.C., 1984, *Application of monoculture yield/sensity Relationships to Plant Competition in Binary Additive Series*, Annals of Botany 53.599-606
Mitchel, P.C.N.., 2003, *Overview of Environment Database*, International Molybdenum Association. Retrieved 2007-05.05
Mitchell C.C., 2009, Soil Acidity and Liming. Auburn University: www.hubcap.elemson.edu
Mitroi A., 1992, *Mecanizarea agriculturii*, manual, USAMV Bucureşti, învățământ la distanță
Möller Karsten, 2007, *Humus Bilanz nicht vernachlössigen Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle*, Northeim, www.lwk-widersachsen.de
Montimer M., HRAC, 2009, *A review of Gramineae Resistance*. www.hracglobal.com
Morar F., 2008, *Rapița (Brassica napus L ssp oleifera), sisteme de îngrăşare,* Teza de doctorat. www.univagro-iasi.ro
Morel B.C., Lepp N.W., Phipps D.A., 1986, *Vanadium Uptake By Higher Plants: Some Recent Development,* Environmental Geochemistry and Health. Vol. 8, nr. 1, March
Mosier A., 1998, *A New Approach To Estimate Emissions Of Nitrous Oxide From Agriculture And Its Implications To The Global Nitrous Oxyde Budget*, IGACtivities, Newsletter no. 12, March 1998
Mukerji K.G., Chamala P.B., Upadhay R.K., *Biotechnological Approaches in Biocontrol of Plant patogens,* Springer 1999, p. 255
Mullins G.L., Wysor W.G., Phillips S.B., 2009, *Sources of Lime of Acid Soils in Virginia,* Virginia Cooperative Extension

N'Dayegamiye A., Tran Thi Sen, 2001, *Effects Of Green Manure On Soil Organic Matters And Wheat Yields And Nutrition,* Canadian Journal of Soil Science, 2001, 81:371-382, 10.4141/S00-034

Negru S., 2009, *Comportarea unor soiuri de grâu de toamnă la SCDA Secuieni,* An. I.N.C.D.A., Fundulea vol. LXXVII

Nitragin Argentina, 2002, *Quecun productor Promotor del Cucimento vegetal*

Nebanis, 2010, Invasive Alien Species. Fact Sheet heracleum Mantagazzianum. www.nebanis.org/files/factsheets/Heracleum_mantagazzianum

Nieder R., Richter J., 2007, *Die Bedeutung der Umsetzung von Weizen-Stroh im Himtec auf C-und N-Haushalt in Loeb-ackerboden.* Zeitschft fuer Pflanzenenaerung und Bodenkunde vol. 152, pp. 415-420

Nordmeyer H., 2006, *Reduktionsprogram chemischer Pflanzenschutz, Beitrag der Teilflächenspezifischen Unkrautbekämpfung*. Nachrichtenblat. Deutsche Pflanzenschutz 58 (12) p. 317-322 ISSH 0027-7479

NRC, citat de Wikipedia în limba engleză, NRC 2000, p. 443

Nyatsanga T, Pierre W.M., 1973, *Effect of Nitrogen Fixation by Legumes on Soil Acidity*. Agron. Journal 65: 936-940. American Society of Agronomy

Obernauf U., Gleser J.H., 2005, *Fusariumtoxingehalt bei Weizen-Bewertung von Sorten und Anbauverfahren.* Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein. Abteilung Pflanzenbau. Ref. Getreide und Amt fur Landliche Raume Kiel. Abteilung Pflanzenschutz

Odjakova M., Hadjivanova C.,2001, *The complexity of Pathogen defense in Plants.* Review. Bulg. G. Plant. Physiol. 2001. 27 (1-2) 101-109

O'Brian M.R., Kissbom P.M., Maier R.J., 1987, *Bacterial Heme Synthesis is required for expression of the leghemoglobin holoprotein but not the apoprotein in soybean root nodules.* PHAS 84 (23) 8390, 3. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., vol. 84, p. 8390-8393. Dec. Biochemistry

Oklahoma State University, *NPK cycle*. Department of Plant and Oil Science. www.npk.okstate.edu

Oanea Florin, Mureşan Tiberiu, Lixandru Marian, 2009, *Sistem de agricultură pe bază de mulci vegetal bioactiv format din culturi verzi.* Masă rotundă ASAS 10 sept. 2009, prezentare orală

Grada Cormac, 1989, *The Great Irish Famine*. Editura Cambridge

Oebel H., Gerhard R., 2006, *Kameragesteueste Unkrautbekämpfung, eine Verfahrentechnik für die Praxis.* Zeitschrift für Pflanzen Krankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft xx pp. 181-187

Olowe VI., Adebimpe O.A., Obadiahi T.E., 2005, *Response of sunflower (Helianthus annuus L.) to nitrogen and phosphorus application in the forest-savanna transition zone of south west, Nigeria.* Nigerian Journal of Horticultural Science. Vol. 10, pp. 23, 29

Oleszek W., Jurzysta M., 1986, *The allelopatic potential of alfalfa root medicagenic acid glycozides and their fate in soil environments.* Plant and Soil 98, pp. 67-80

Olsen E.J., Bindi M., 2002, *Consequences of climatic change for European agricultural productivity, land use and policy*. European Journal of Agronomy, vol. 16, pp. 239-262

Olteanu Gh., 1954, *Sfecla de zahăr.* Editura Agro-silvică Bucureşti

Onigkeit Janino, 2006. *Ein Model für Stickstoff-und Kohlenstoffeinsatze im Boden von Agrarökosystemen unter besonderer Barucksichtigung der variabilität der microbienen Aktivität*. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktorin der Naturwissenschaften Univ. Corolo- Wilhelmina Braunschweig

Opoku G., Vyn T.J., Voroney R.P., 1997, *Wheat Straw Placement On Release Of Phenolic Compounds In Soil And Cornseedling Grown*. Canadian Journal of Plant Science 77, pp. 301-305

Ostereichische Bauern Zeitung, 2009, OBZ, *Bodenbearbeitunggehort Kritisch hinterfrogt*. 7.08.2009

Owens D.L., 1969, *Toxins in Plant Disease. Structure and mode of action*. Science, vol. 165. No. 3888, pp. 18-25

Paffrath A., 2003, *Einfluss der Leguminosen Ackerbohnen, Körnererbse und Buchbohnen auf die Fruchtfolge. Landwirtschaftskommer.* Nordheim-Vestfalen Köln, Band 1, Tagungsbondes des 10-ten Wissenschafttagseng Ökologisher Landbau

Paffrath A., 2003, *Einfluss von Ackerbohnen, Körnererbsen, Buschbohnen und Rotkleegras auf die Folgefrucht Kartoffeln*. Landwirtschaftskorner NRF. Referat Okologischer Land und Gartenbau

Pallert B., Flatter A., 1998, *Variabilität der Konkurenz von Unkrautern in Getreide und daraus resultierende Auswirkungen auf die Sicherheit von Schwellenwerten*. In Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XVI, pp. 333-344

Panda S.K., Choundhury S., 2005, *Chromium Stress In Plants*. Brazilian Journal of Plant Physiology. Vol. 17 nr. 1. Londrina ian/martie

Păunescu G., Ionescu F., 1996, *Crop rotation research in central Oltenia.* Agricultural research Simnic Craiova. Publisher: Danish Research Centre for Organic Farming (DARCOF)

Pepiniere Robin, ANVAR INRA, 1998, *Mycorrhization controle*

Pierce W.D., 1934, *At What Point Does Insect Attack Become Damage?* In: Entomological News, 45, pp. 1-4

Pieterse C.M.J., Leon-Reyes A., Van der Ernt S., Van Wees S.C.M., 2009, *Networking by small-molecule hormones in plant immunity.* Simplified schematic reprezentation on the plant immune system. Nature chemical biology 5, pp. 308-316

Piorr H.P.,, *Biomass Potential in Brandenburg von-Biogass aus der Landwirtschaft zu Testbrennstoffen aus dem Wald-Rubins*, Rural Biological Resources, 2009

Pointreau P., Bisault L., 2000, *La monoculture et son danger pour l'environment. Salagro et Agreste* . Recessement agricole, 2000, France

Popescu Vasile, 2007, *Locul culturilor de vară într-un asolament eficient*. Lumea satului nr. 2 (31)

Porter W., 1987, *Extent of soils at Risc from Subsurface Acidification.* Agriculture Western Australia, 1987

Povric K.J., 1964, *The Effect of Cobalt on the Growth of Young Lucerne on a Siliceous Plant and Soil.* Vol. 21, nr. 1, august

Powell A.A., 2009, *What Is Seed Quality And How To Measure It.* World Seed Conference 8-10 Sept. 2009, Roma

Pueppke G. Steven, Balanos-Vasquez M.C., Werner Dietrich, Bec-Ferté Marie-Pierre, Promé Jean-Claude, Krishnan B.Hari, 1998, *Release of Flavonoids by the Soybean Cultivars McCall and Peking and Their Perception as Signal by the Nitrogen-Fixing Symbiont Sinorhizobium fredii.* Plant Physiology 1998, June 117 (2)599-606

Raggam A., 2004, *Klimaveraenderung durch Humusabbau*. Im Klimavandels. ISBN 978-3950 1869-0-1. Oekozides Forum

Ragamm A., 2006, *Klima Veränderung durch Hummus abbau*. Universitatea Graz, prin bunăvoință

Ramos Maria Lucrecia Gerosa, Richard Parsons, Sprent Janet Irene, James Euan Kelvin, 2003 , *Effect Of Water Stress On Nitrogen Fixation And Nodule Structure Of Common Bean*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira vol. 38, nr. 3 Brasilia, martie 2003. ISSN 0100-204X

Rasmussen M.O., Hagg B., Bono J.J., Samain E., Driguez H., 2004, *New access to lipo-chito-oligosacharide nodulation factors.* Org. Biomol. Chem 2.19.08-1910

Rastilinah V.S., 2007- *Selenium and plants*. Vol. 89 nr. 1, august, pp. 65-71

Reddy P.M., Ladha J.K., Ramos M.C., Maillet F., Hernandez R.J., Torrizo L.B., Oliva N.P., Datta S.K., Datta K., *Rhizobial lipochitooligosaccharide nodulation factors activate expression of the legume early nodulin gene* ENOD12 *in rice.* Plant Journal pp. 693-702

Rehm George, Schmitt Michael, 2002, *Potassium for crop Production.* University of Minesota, Extension

Rehm W.G., Schmitt A.M., Lamb J., Eliason R., 2001, *Fertilizing Soybeans in Minnesota*. University of Minnesota. Extension FS 03813, G. www.extension.umn/distribution/cropsystem/DC 3813

Rengel Z., Robinson D.L., 1989, *Competitive Al3+ Inhibition of net* Mg^{2+} *uptake by Intact Lolium multiflorum roots. I. Kinetics.* Plant Physiology 91 (4) 1407-1413 doi 10.1104/pp.91.4.1407

Rice Knowledge Bank, Seed Management. www.knowledgebank

Riekert H.F., Henshaw G.E., 1998, *Effect Of Soybean, Cowpea And Groundnut Rotations On Root-Knot Nematode Build-Up And Infestation Of Dryland Maize*. African Crop Science Journal, Vol. 6. No. 4, pp. 377-383, 1998. ISSN: 1021-9730. EISN 2072-6589

Riley Ian T., M.J. Dilworth, 2006, *Recovering of Cobalt Deficient Root Nodules in Lupinus augustifolius L.*, New Phytologist., vol. 100, 3, pp. 361-365

Ritchie B., 203., *Redesigning Crop Rotation's Baker*. No-Tillage Limiting, May 2003.
Robertson G.P., Paul E.A., Harwood R.R., 2000, Science 289, pp. 1922-1925
Robescu Ofelia Valentina, 2009, *Modele privind managementul reconstrucţiei de mediu în bazinul superior al râului Dâmboviţa*
Rodeman B., 2008, *Reduzierte Möglichkeiten im Pflanzenschutz.* Referat DLG. Wintertagung, Muenster 8.01
Rogosik Julta, Korschens Martin, 2005, *Humusbilanz und Massnahmen für optimale Humusgehalte.* FAL
Roland G., 2006, *Konkurenz zwischen Unkraut und Kulturpflanze*. www.turbo.uni-hohenheim.de
Roland G., 2010, *Schaden und Nutzen von Unkrautern in Energiepflanzen*. Curs Herbologie in ppt. Hohenheim. www.turbo.uni-hohenheim.de
Roman G.V., Ion V., Epure I.C., 2006, *Fitotehnie. Cereale şi leguminoase pentru boabe*. Editura Ceres
Rosner Josef, 2000, *Erosionverbinderung und Senkung der Produktionkosten durch moderne Bodenbearbeitungssysteme. Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten*. Jaresgung 2000 in Gemunden, Austria
Rosner Josef, Klik A., 2005, *Konservierende Bodenbearbeitungsysteme Gesunde Pflanzen* (2005) 57: p. 179-186.801.10.1007/S.10343-005-0092-9.
Roswitha U., 2006, *Diagnose: Pilze!!! Was bedeuted das*. Gemuse Nr. 5
Ruhl Rico, 2009, *Ergebrisse langgabringer Bodenbearbeitungsversuche im Goschaftsbereich. Landwirtschaft der Sudzucker Ag. Sudzucker AG. Mannheim/Oclsenfurt Geschäftsbereich*. Landurstschift, Gut Luttowitz
Running W.S., Pierce L.L., Nemani R.R., Hunt R.E., *Biome BGC Carbon Model School of Forestry*, University of Montana, Missoula, mt 59812 USA. Editura William W. Hargove (hnwl.fire.csd.ornl.gov)
Russel W.E., 1961, *Soil conditions and plant growth*. Edition Langmans Green Comp. London
Russo M., Mazzucco L., Nicastro G., Troccoli A., Di Fonzo N., Rascio A., 2009, *A Durum Wheat Mutant With Resistance To Salt Stress.* CIHEAM, Option Mediterannes
Rusu M., Marghitas M., Oroian I., Mihăescu T., Dumitraş A., 2005, *Tratat de Agrochimie*, Editura Ceres
Salieri L., 2005, *Soil Dezinfection, It Is Time For Alternative*. CA.B. Abstracts
Santana M.A., Pihakaski Maunschbach K., Sandel N., 1998, *Evidence That The Plant Host Synthesizes The Heme Moiety Of Leghemoglobin In Root Nodules.* Plant Physiol. 116 (4) 1259-69
Santos B.A., Maia L.C., Cavalcante U.M.T, Correia M.T.S., Coehlo L.C.B.B, 2001, *Effect Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi And Soil Phosphorus Level On Expression Of Protein And Activity Of Peroxidase On Passion Fruit Roots.* Brazilian Journal of Biology vol. 61, nr. 9 Sao Carlos nov. 2001
Sarker M.A.Z., Malaker P.K., Bodruzzaman M., Barma N.C.D, 2009, *Effect Of Management And Seed Rate On The Performance Of Wheat Varieties With Varying*

Seed Sizes. Bangladesh J. Agril. Res. 34(3) : 481-492, September 2009. ISSN 0258-7122
Sarwar G., Husain N., Schmeisky H., Suhammad S., Ibrahim M., Ahmad S.A., 2008, *Efficiency Of Various Organic Rezidues For Enhancing, Rice, Wheat Production*. Pak. J. Bot. 40 (5) 2107-2113
Scharf Peter C., *Liming Missouri Soils*. University of Missouri Extension
Sharrock A.R., Parks M.B., Koornneef M., Quail H.P., 1988, *Molecular Analysis of the Phytochrome in An Aurea Mutant Of Tomato. Molecular and General Genetics M.G.G*. vol. 213 nr. 3, July. Editura Spring Berlin/Heidelberg
Schindler R., Bee Ulrich, Landesbildungsserver Baden-Würtemberg (LBB-W), *Biogaz, eine naturliche Energiequelle,* Bundesministerium für Vabraucherschulz. Ernährung und Landwirtshaft. www.schulle-bw.de
Schmalfu B.K., 1949, Zellbedeutung des Chlores als Pflanzenernährungstoff. Zeitschrift für Pflanzenernährung. Düngung, Bodenkunde. Vol. 49 (3), 218-223
Schmidt R., HRAC, 2009, *Classification of Herbicides according to Mode of Action*. HRAC Stewardschip Guidelines for Herbicide Labels. www.hracglobal.com
Schönbeck F., 1961, *Fruchfolge als Wirkstoffproblem*. Wiss. Z. Univ. Halle. Math. Nat. X
Schroeder D., 1992, *Bodenkunde in Sichworten*. Editura Bontraeger – Stuttgart
Schroeder D., 2000, *Boden der Erde, Entschung, Verbereitung Productivität, Scadegung-unschutz.* Geographie und Schulle, 22, Heft 126, pp. 9-18
Schroeder W., 2005, Linder Biologie. Gesamtband Teil 3. Ediția 22
Scriebd. *Licența cadastru bonitare sol. Bonitarea cadastrală a terenurilor agricole*. www.scriebd.com/doc26099982/licenta, cadastru.bonitare-text
Skript Z.F., Frischknecht P, Hasler R., 2007, *Ökophysiologie der Pflanzen*. www.n.ethz.ch/bio/cortesfa/bio
Sheibe A., 1953, *Pflanzenbaulehre*, Berlin, Hamburg
Shepherd M.A., Sylvester- Bradeley R., 1996, *Effect Of Nitrogen Applied To Winter Oilseed Rape (Brasica Napus) On Soil Mineral Nitrogen After Harvest And On The Response Of Succeeding Crop Of Winter Wheat To Nitrogen Fertilizer,* Journal of Agricultural Science vol. 126, pp. 117-122
Shewry P.R., Peterson P.J., 1975, *Calcium And Magnezium In Plants And Soil From A Serpentine Area On Unst, Shetland.* British Ecological Society
Shymasri Palit, Scharma Archana, Talukder Geeta, 1994, *Effect of Cobalt On Plants*. The Botanical Review. Vol. 60, nr. 2/aprilie 1994, pp. 149-181
Sin Gheorghe, 2007, *Cercetări agrotehnice la culturile de câmp*. Analele INCAA Fundulea, vol. LXXV, volum jubiliar
Sin Gh., Pastol E., 2010, Influența rotației şi a fertilizării asupra producțiilor de grâu şi porumb în contextul variațiilor climatice. Analele INCDA vol. LXXVIII XI-1.2010
Slaton N.A., De Long R.E., Norman R.J., Clark S.D., Boothe D.L., 2002, *Soybean response to phosphorus fertilization following rice in the rotation.* Arkansas Soil Fertility Studies, pp. 78-82

SoCo. *Sustainable agriculture and soil conservation*. IRC European Commission, 2009. *Konservierende Bodenbearbeitung*, Factsheet 5. Europaische Gemeinschaft.
Solberg E., Evans I., 1995, *Alberta Agriculture. Food and Rural Development.* Agdex 532-2
Sorensen S.P.L, 1999, *Comptes Rendues des Traveaux du Laboratoire de Carlsberg*. 8-eme volume 1er livraison, Copenhague
Soussana J.F., Arregui M.C., 1995, *Impact de l'association sur le niveau de nutrition azotée et de croissance du ray-grass anglais et du trèfle blanc*. Agronomic (1995) 15-81-96. Elsevier/INRA
Stadler C., 2006, *Maisstrohdungung mit oder ohne N-Ausgleichsdungun? L + L*. Bayerische Landesanstall für Landwirtschaft
Staehelin C., Schulze M., Kondorosi E., Kondorosi A., 1995, *Lipo-chitooligosaccharide Nodulation Signals From Rhizobium Meliloti Induce Their Rapid Degradation By The Host Plant Alfalfa.* Plant Physiology v. 108 August. American Society of Plant Biologist
Staicu Irimie 1969, *Agrotehnica*. Editura Agrosilvică
Stancev S., Milosev R., Stefanovic D., 1983, *Effect of Monoculture And Different Rotation On Yielding Capacity Of Sugarbeets.* Man and Plant, Proceeding of Scientific simposium. Novisad 22-22 Sept.
Stanciu I., 1969, *Agrotehnica*. Editura Agrosilva
Stark A., 2007, *Haute Couture aus Zellulose, Pressemiteilung Informationsdinst*, Wissenschaft dw.4.5
Staton M, Warneke D., 2009, *Fertilizing Soybeans in Michigan.* Soybeans Facts. Febr. MSPC. MUS
Stănescu Z., Rizescu Gh., 1976., *Sfecla de zahăr*, Editura Ceres
Stelzer, *R.*; *Lehmann*, *H.*, Krammer, D., and Luttge, U. (1990), *X-Ray Microprobe Analysis Of Vacuoles Of Spruce Needle Mesophyll, Endodermis And Transfusion Parenchima Cell At Different Seasons Of The Year.* Botonea Acta 103; 415-423
Stumpe H., Garz J., Scharf H., 2007, *Wirkung der Phosphatdungung in einem 40Järigen Dauerversuch auf einer Sandloss-Braunschwarzeerde in Halle*. Zeitschrift für Pflanzenernärung und Badenkunde vol. 157 pp. 105-110
Szith R., 2007, Einflus der Klimas auf Pflanzenkrankheiten. Unkrauter und Schadlinge. Landesklima fuer Land und Fortwirtschaft Steiermark. www.adagio.eu.org
Stuiver H.M., Crister H.H.V.J., 2001, *Generating Broad-Spectrum Disease Resistance Using An Elicitor And Resistance Gene*. Engineergin disease resistance plants. Nature, 411, pp. 865-868
Suiker Unie, 2010, *Zuckerfabrik*. Anklam Regionale Anbauhinveize 2010. www.zuckerunic.nl/images/pdf-LW-DE/Rundrief
Sullivan P. NCAT specialist, *Overview of Cover Crops and Green Manures*. ATTRA (Appropriate Technologgic Transfer of Rural Area). 1.800.346-9140. www.attra.neat.org

Sun G., Zheng X., Sui Z., Mao Y., 2008, *Inhibition of PSD Gene Expression via the RHA Interference Approach in Dunaliella Salina L*. Marine Biotechnologe (NY).

Ştefanov Ivan, 2010, *Modificarea indicilor fertilităţii cernoziomului carbonatic şi a productivităţii florii-soarelui sub influenţa sistemelor de fertilizare în asolament de câmp*. Institutul de Pedologie şi Agrochimie „Nicolae Dima". Manuscris, autoreferat, teză de doctorat, agrochimie 6.01.06. CZU, 631816: 631.45.633854.79

Tarău V., Savati M., Chiorean I., 1967, *Probleme de alelopatie pe pajişti de Nardus stricta.* Institutum Agronomicum Dr. P. Groza, Cluj, România. Notulae Botanicae Horti-Agro Botanici Clujensis 1960

Tenu I., Jităreanu G., Cojocaru P., Bria N., Chirilă C, Honciuc M.C., 2009, *Studies on the Establishment of Conservation Technologies Of Tillage Mechanization In Grain Maize Crop Under Soil Specific Conditions From N-E Romania. Cercetări agronomice în Moldova*. Vol. XL II nr. 3 (139), 2009

Tessier Daniel, 2004, *Sol, plante et athmosphere une union vitale*. INRA 17 mai www.especi.fr

Thomas Andre Luis, Sodek Ladaslav, 2005, *Development of The Nodulated Soybean Plant After Flooding Of The Root System With Different Sources Of Nitrogen.* Brazilian Journal of Plant Physiology. vol 17. nr. 3 Londrina July./Sept. ISSN 1677.0420

Thole R., 1992, *Quantifizierung der Konkurenzbezihungen zwischen Wintergetreide und ausgewahlten Unkrautarten.* Disertation. Universitäet Göttingen

Thomine S., Schroeder J.J, *Plant Metal Transporters with Homology to Proteins of the NRAMP Family.* Lands Bioscience NCBI. Bookshelf „Madame Curie" Bioscience Database signal Transport. Plant Metal Transporters Thomine Sebastian, Schroeder J.J, Plants Metalls Transporters with Homology to Proteins of the NRAMP Family. www.ncbi.nlm.gov/bookshelf/br

Tillman David, 1998, *Typical effects of different agricultural practices on the organic carbon or nitrogen content of soil.* The greening or the green revolution. Nature 396:211-212

Timac Agro, 2009, *Stadiul de dezvoltare, riscuri şi recomandări tehnologice la rapiţă.* www.fundatiatimacagro.ro

Toader C., 2009, *Cerctearea unor tehnologii şi sisteme de fertilizare diferenţiată la cartof* (teză de doctorat), USAMV, Cluj Napoca

Toews T., 2005, *Ökonomik Teilflächen orientierten unkrautbekämpfung.* Jestus-Liebig Universität Giessen. Disertaţie pentru susţinerea tezei de doctorat

Trepte A., 2005, *Informationdienst Wissenschaft,* Current Biology (29 martie). www.hsgmuend.1ac.at/chemie/stickstoff

Tutor Vista.com, 2009, *Transport of Minerals*. www.tutorvista.com/content/science/ science-ii/ transpostations/transport-minerals

Ţinţişan I., 2009, *Evoluţia cernoziomului cambic de la Fundulea în experienţele de lungă durată cu îngrăşăminte*. Analele INCDA, vol. LXXVII. Agrotehnica culturilor

UBC Soilweb, Nutrient Cycle, Potassium www.landfood.ubc.ca/soil200/images/ cycles/ potassium
Ulrich Albert, Ohkikennet L., 1956, *Chlorine, Bromine and Sodium as Nutrient for Sugar beet plants*. Plant Physiology. vol. 31, nr. 3, pp. 171-181
Ultra Bio par pure Biorevolutionare 2005, *Principes des nutritions des plantes. Ensemble pour l'environment d'aujourd'hui et de demain*
Uniunea Europeană. Comisia pentru Agricultură, 2009, *Regulamentul C.E. nr. 1020/2009 al Comisiei din 28 octombrie 2009 de modificare a Regulamentului (CE) nr. 2003 din 2003 a Parlamentului European şi Consiliului privind îngrăşămintele*
University of Hawaii at Manoa, 2007, *Soil Nutrient Management For Maui Country*. College of Tropical Agriculture and Human Resources
UNIFA FRANȚA, 2004, La nutrition des Plantes www.unifa.fr/fichiers/chap.2.pdf
Unterfrauen Haus, 2008, Bodenuntersuchung konventionelle, fractioniert Auswirkung auf Bodenparameter, Finanzieller Aufwand. Landschaft, Technisches Büro
USDA MRCS, 2002, *The Knife Roller (Crimper): An alternative kill Method for Cover Crops,* Soil Quality Agronomical Technical Note no. 13, September
US Department of Transportation: *Federal Highway Administration*
Van der Heijden M., *Micorrhiza, Pilze in Bio-Ackerbau.* Forschungsanstalt Agroscope. Reckenholz-Tänikon Art. Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD, Schweiz.
Vanadium 1988, *Vanadium* (EMC 81, 1988). www.inchem.org/documents/ehe/ehe/ ehe81
Van Straalen N.M., Vernoef H.A., 1997, *The Development of a Bioindicator System for Soil acidity, based on arthropod pH preference*, Journal of Applied Ecology, 34, 217-232
Venglovsky I., Placha I., Sasakova N., Pacajova Z., Petrovsky M., Marrichova D., 2003, S*urvival of Salmonella typhimurium and Salmonella senftenberg in solid fraction of slurry from pig farm wastewatter treatment plant amend with zeolite*
Vintilă I. şi colab., 1984, S*ituaţia agrochimică a solurilor din România*, Prezent şi viitor. Editura Ceres, Bucureşti
Wagner B., 2008, T.N.C, *Bilanzen von Biofraftstoffen und Optimierungs Mögligkeiten am Beispiel,* Biodiesel und Bioethanol, Schnerpunkt. „Systemgrenze Rostoffanbau". Martin Luther Universität. Halle, Wittenberg (www.bioenergie.de).
Wartmann S.C., Martha M., Shapiro C., 2009, *Management Strategies to Reduce the Rate of Soil Acidification,* Extension Publication. University of Nebraska, Lincoln
Webmaster, Studiengemeinsdeaft Wort und Wiessen Ev. www. www.evolutionsbuch. infoteil-4/Kapitel-07
Wesley T.L., Lamond R.E., 2001, *In Season Fertilization for High Yield Soybean Production*, Kansas Better Crop. Vol. 85, nr. 2
White P.J., Broadley Martin, 2001, *Chloride in Soil and its Uptake and Movement within the Plants: A Review.* Annals of Botany 88, pp. 967-988

Whitehead D.C., 1985, *Chlorine deficiency in red clover grown in solution culture,*Journal of Plants Nutrition, vol. 8, Febr. 7, pp. 193-198
Wikipedia der freien freier Encyclopedie, 2010. *Boden pH. Nährstoff-verfügsarkeit in Abhangigkeit von Boden pH*
Wikipedia franceză, *Semence agriculture*
Wikipedia, *Humus*
Wikipedia, the free Encycopledia (în limba engleză), *Cover Crops*
Windels E.C., Jones K.R., 1989, *Seedling and Root Disease of Sugarbeets,* Minessota Extension Service: University of Minessota Dep. Agriculture. AG, FO, 3702
Windels E.C., Bradley A. Carol, Khan F.R. M., 2003, *Cercospora and Bacterial leaf Spots on Sugarbeet*, Extension Service, North Dakota State University. North Dakota 58.015
Woodham-Smith Cercil., *The Great Hunger Ireland 1945-1949*. ISBN.04014515x
Wooley J.T., Broyer T.C., Johnson G.V, 1958, *Movement of Chlorine within Plants*, Plants Physiology vol. 33 (1), pp. 1-7
www.apsnet.org, *Population Genetics Of Plant Patogens Interaction. Among Evolutionary Forces And The Genetic Structure Of Pathogen Populations*
www.b.n-terre-net , *Tournesol. Ses avantages dans la rotation,* CETIOM, public 13.11.2007
www.e-scoala.ro, *Metabolismul elementelor minerale.* Referate
www.novafeel.de, *Novafeel, Ein neuer Anzatz langfristig Schlang und fit zu werden. Fettsaure. Fette Lipide*
www.ICPA.RO/proiecte/Sicomat/SICOMAT_Raport/pdf , *Inventarul bazelor de date al sistemelor expert/modelelor de simulare şi tehnicilor de diseminare a rezultatelor accesibile pentru consultanţa fermierilor/grupelor de interese din zonele vulnerabile la poluarea cu nitraţi*
www.zarozihi.net, *Prezentare centru rus pentru cercetarea şi controlul speciei Orobanche*
Zaharia G., Cociu A., 2009, *Influenţa fertilizării organo-minerale de lungă durată asupra producţiilor de porumb obţinute în condiţiide irigare*, Analele INCDA Fundulea vol. LXXVII
Zbigniev P.Z., 1998, *Microbiological and parazitologic investigations of cattle slurry fermented aerobically in thermophilic conditions,* Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, vol. I, ISSN 1505-0297
Zehnder G.W., Changbin Y., 2010, *Microbe-induce resistance: A Novel strategie for control-transmitted diseases in vegetables*, University of Minnesota. Radcliffe's
Ziechmann W., 1080, *Huminstoffe*, Verlag Chemie Winheim, Deerfield Beach, Florida, Babel
Zimmer Yelto, 2008, *Fachenproduktivität im internationalen Vergleich. Wachstumpotentiale ausgewählter Ackerbauregionen,* Wintertagung der I.G. Pflanzensucht 30 Jan. 2008. Halberstadt, Prezentare

Zottarelli L., Alves B.J.R., Urguiaga S., Toreres H., Dos Santos H.P., Paustian K., Boddey R.M., Six J., 2005, *Impact of Tillage and Crop Rotation on Aggregate-Associated Carbon in two oxisols,* Sci. Am. Journal vol. 69. March-April 2005

Zotarelli L, Alves B.J.R, Urquiaga S., Torres E., DOS Santos H.P., Paustian K., Boddey R.M., Six J., 2005, I*mpact of Tillage and Crop Rotation on Aggregate Associated Carbon in two Oxisols,* http://crop.scijournals.org. Am J. 69 pp. 482-491

Zogg H., 1969, *Crop Rotation And Biological Soil Desinfection,* Springer Niederlands vol. 18 N-13. December, pp. 256-273

Xie H. S., Rourke D. R. S., Hargrave A. P., 1997, *Effect Of Row Spacing And Seed/Fertilizer Placement On Agronomic Performance Of Wheat And Canola In Zero Tillage Systems*, Canadian Journal of Plant Science, 78. pp. 389-394

Yagi Renato, Ferreiro M.E., Da Crus Pessao M.C., Barbosa J.C., de Araujo L.A.N., 2005, *Soil Organic Matter As A Function Of Nitrogen Fertilization In Crop Succession*, Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) vol. 62, nr. 4, Jul-Aug.2005

Yakutkin V.I. 2008, *Economic Plants and their diseases, Pest and WeEditura* Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighbouring Countries

Yunusa Isa A.M., Newton J. P. 2003, *Ecological and Productivity Potential Of Native Woody Species In Australian Cropping Systems,* Australian Society of Agronomy. www.regional.org.au/au.usa/2003/c/8/yanusahtml